Grado en Ingeniería en Sistemas Audiovisuales y Multimedia

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación

Curso académico 2016-2017

Trabajo Fin de Grado

Prácticas docentes de desarrollo web

Autor: Walter Rene Cuenca Guachamin
Tutor: José María Cañas Plaza

Curso académico 2016 / 2017

Dedicatoria

'El genio es 1 % de inspiración y 99 % de transpiración'.

By Tomas Edison

Agradecimientos

A todo mi familia pero en especial a mi mama,
por ser madre y padre para mi,
y apoyarme incondicionalmente todo este tiempo.
y por creer en mi.

Y a mis amigos, por ser
amigos de verdad.

Gracias.

Resumen

La utilización de tecnologías y aplicaciones Web presenta un gran crecimiento debido a sus características logrando remplazar en muchos casos a las aplicaciones convencionales de escritorio. Dentro de sus características destaca su fácil acceso, la no necesidad de instalar ni actualizar componentes en el cliente y ser independiente del sistema operativo.

Este TFG sirve como apoyo en las prácticas de la asignatura de LTAW del grado de Ingeniería de sistemas audiovisuales y multimedia. Consta de cuatro prácticas que utilizan diferentes tecnologías Web , herramientas y bibliotecas muy acentuadas en este campo. Algunas de las tecnologías empleadas son JavaScript en el cliente, NodeJS y Django en el servidor, Base de datos como MySQL y por ultimo WebSockets y WebRTC como tecnologías de comunicación fluida. Para cada una de las practicas se han realizado vídeos [1] demostrativos de su funcionamiento.

[1] `https://www.youtube.com/channel/UCCHPTA6ztkPFhwvUbDTR5uQ`

Índice general

Índice de figuras

Capítulo 1

Introducción

Este Trabajo Fin de Grado se centra en el campo de las aplicaciones Web. En este capítulo ponemos el contexto a las aplicaciones Web en la actualidad y muestra trabajos previos en los que se aplica tecnologías web en su desarrollo.

1.1. Tecnologías Web

En ingeniería de software se denomina aplicación web a aquellas aplicaciones que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de Internet mediante un navegador. Su popularidad se debe al emplear los navegadores webs como clientes ligeros, a la independencia del sistema operativo, así como a la facilidad para actualizar y mantener sin distribuir e instalar software a miles de usuarios potenciales.

Las aplicaciones Webs se basan en la arquitectura cliente-servidor en el que las tareas se reparten entre los servidores y los clientes.

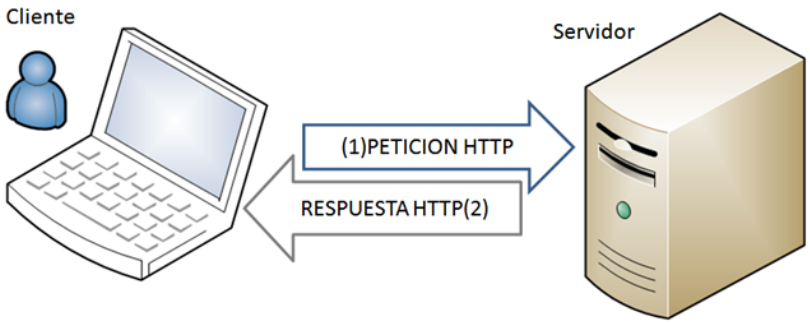


Figura 1.1: Esquema Cliente-Servidor.

Protocolo HTTP

HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) protocolo desarrollado por el *World Wide Web Consortium* y la *Internet Engineering Task Force*. Funciona a través de la solicitud y

respuesta entre un cliente (navegador) y un servidor, dando lugar a una secuencia de mensajes conocidos como sesión HTTP.

Se trata de un protocolo orientado a transición siguiendo el esquema petición-respuesta. El cliente que realiza la petición es conocido como *user-agent*, la información transmitida se denomina recurso y se la identifica mediante un localizador uniforme de recursos (*URL*). Los recursos pueden ser de varios tipos como archivos, el resultado de la ejecución de un programa, una consulta a base de datos, etc.

La comunicación se realiza en dos etapas, la primera es la solicitud del cliente que consta de una cabecera y opcionalmente de contenido. Dentro de la cabecera se encuentra el método que queremos invocar (`GET, POST, PUT, ....`) y en ocasiones información sobre la petición y el cliente. La segunda es la respuesta del servidor sobre la operación solicitada en forma de código numérico que permite conocer el éxito o fracaso de dicha operación.

HTTP es un protocolo sin estado, es decir, no guarda ninguna información sobre conexiones anteriores. El desarrollo de aplicaciones web necesita frecuentemente mantener estado por lo que se utilizan las *cookies*, que es información que un servidor puede almacenar en el sistema cliente para simular la noción de sesión.

HTML

Son las iniciales de la expresión en inglés *HyperText Markup Language*. Se trata de un conjunto de etiquetas que se van intercalando entre el texto de forma que los navegadores sepan qué es lo que tienen que mostrar cuando accedemos a una página y cómo deben presentarlo en pantalla.

El W3C [1] (World Wide Web Consortium) es el fórum internacional que se encarga desarrollar nuevas tecnologías relacionadas con la Web dictando las normas que constituyen el estándar HTML. A lo largo de sus diferentes versiones, se han incorporado y suprimido diversas características, con el fin de hacerlo más eficiente y facilitar el desarrollo de páginas web. La versión más extendida fue la 4.0 que permitía utilizar textos, sonidos, imágenes y enlaces a otras páginas enriqueciendo de esta forma la información de la página.

A medida que este lenguaje se extendía se vio la necesidad de actualizar la versión del estándar. Es aquí, donde surge HTML 5 [2] incluyendo novedades significativas en diversos áreas, ya que no incorpora solo nuevas etiquetas o elimina otras, sino mejora áreas que estaban fuera del alcance del lenguaje.

- **Estructura del cuerpo:** Los sitios webs tienen varias partes de su estructura común como cabecera, pie, etc. HTML 5 permite agrupar todas estas partes de una web en nuevas etiquetas que representarán cada uno de las partes típicas de una página.

- **Etiquetas para contenido específico:** Hasta ahora se utilizaba una única etiqueta para incorporar diversos tipos de contenido enriquecido, como anima-

[1] Web: `http://www.w3.org/`

[2] `http://www.w3.org/TR/2014/REC-html5-20141028/.`

ciones Flash o vídeo. Ahora se utilizarán etiquetas específicas para cada tipo de contenido como audio, vídeo, etc.

- **Canvas:** Nuevo componente que permitirá dibujar en la página todo tipo de formas, que podrán estar animadas y responder a interacción del usuario por medio de las funciones de un API.
- **Bases de datos locales:** El navegador permitirá el uso de una base de datos local, con la que se podrá trabajar en una página web por medio del cliente y a través de un API. Permiten almacenar grandes cantidades de información, lo que permitirá la creación de aplicaciones web que funcionen sin necesidad de estar conectados a Internet.
- **Web Workers:** Son procesos que requieren bastante tiempo de procesamiento por parte del navegador, pero que se podrán realizar en un segundo plano, para que el usuario no tenga que esperar que se terminen para empezar a usar la página. Para ello se dispondrá también de un API para el trabajo con los Web Workers.
- **Aplicaciones web Offline:** API que permite el trabajo con aplicaciones web, que se podrán desarrollar para que funcionen también en local y sin estar conectados a Internet.
- **Geolocalización:** Permite localizar geográficamente las páginas web por medio de un API de Geolocalización.
- **Nuevas APIs para interfaz de usuario:** Temas tan utilizados como el *drag & drop* en las interfaces de usuario de los programas convencionales, serán incorporadas al HTML 5 por medio de un API.
- **Fin de las etiquetas de presentación:** Todas las etiquetas que tienen que ver con la presentación del documento serán eliminadas. La responsabilidad de definir el aspecto de una web correrá a cargo únicamente de CSS.

Como se puede ver, existirán varios API con los que podremos trabajar para el desarrollo de todo tipo de aplicaciones complejas, que funcionarán online y offline.

Evolución

Las fuentes establecen varias generaciones de sitios Web que se explican más adelante, como se puede ver en la figura 1.2. En la actualidad conviven distintas generación aunque la mayoría de sitios web sigue el modelo que establece la segunda generación.

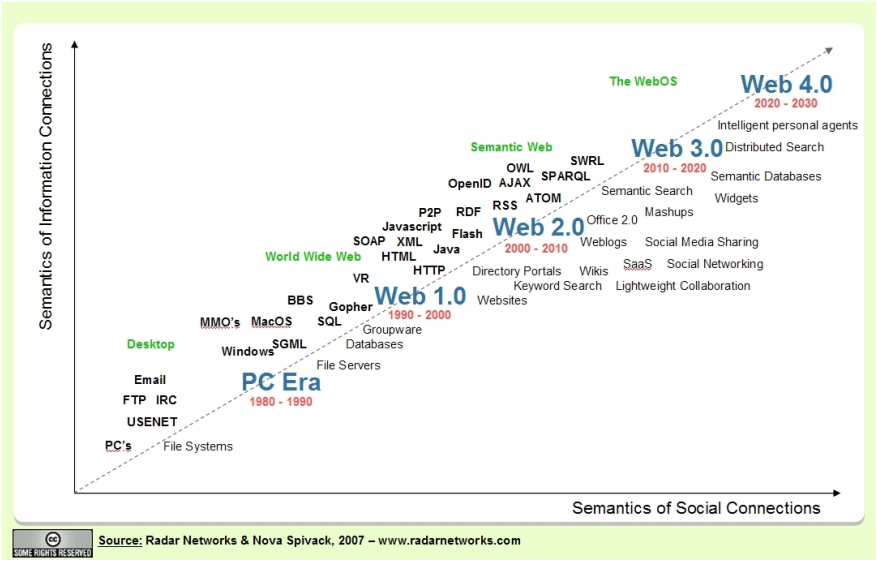


Figura 1.2: Evolución de las tecnologías web.

Primera generación

Esta primera generación abarca desde el nacimiento de la Web (1992) y es conocida como Web 1.0. Sus páginas eran simples documentos en lenguaje HTML constituidos por texto e interpretadas por los navegadores existentes en ese momento. Estos documentos los generaba una única persona que se encargaba del diseño y de obtener los datos necesarios presentando como obstáculo que los documentos solo eran de lectura como la figura 1.3.

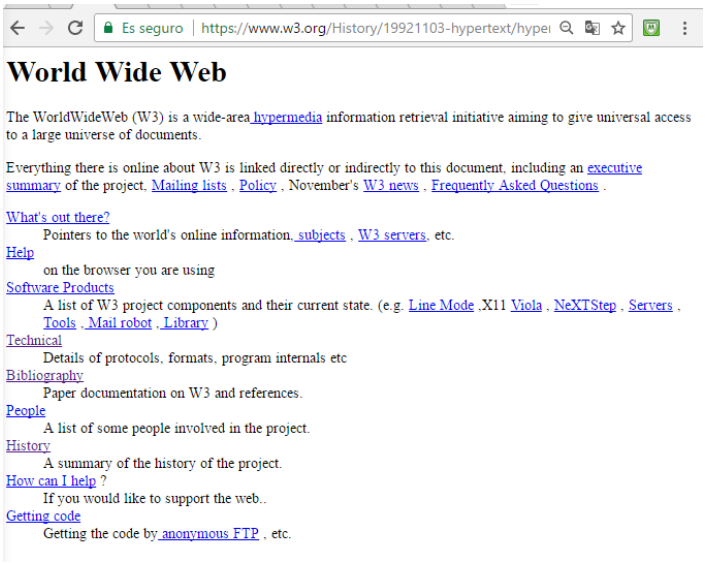


Figura 1.3: Ejemplo Web 1ª generación.

Segunda generación

Con la llegada de las "compañías cibernéticas" (2001) Internet da un giro de 180 grados. El éxito de estas compañías dependía de webs mucho más dinámicas y para ello era necesario huir de sitios estáticos y poco actualizados, y servir páginas HTML dinámicas creadas al vuelo con actualizada base de datos.

Esta generación recibe el nombre Web 2.0, término que aparece por primera vez en el año 2004 por parte Dale Dougherty (vicepresidente de O'Reilly Media) en una conferencia. El éxito de esta filosofía radica en el hecho de que el editor del sitio web no se encarga de aportar el contenido sino que es la propia comunidad la que proporciona y promociona determinados contenidos.

Tercera generación

En el intento de comprender la propia Web 2.0 se vislumbran futuras etapas de la Web, sobre todo orientadas a mejorar la interactividad y la movilidad entre/de los usuarios. Apareciendo el término Web 3.0 asociado al concepto de Web Semántica, desarrollado bajo la tutela del creador de la Web Tim Berners Lee.

Básicamente, toda la información publicada en las diferentes páginas web no es entendible por los ordenadores, teniendo únicamente significado para las personas. La idea consiste en añadir información adicional a la información "visible", de tal manera que pueda ser entendida por los ordenadores.

Aplicaciones

En la actualidad las aplicaciones web se han incorporado en varias áreas para facilitar y acercando el acceso a la información a los usuarios.

Una de las áreas que ha crecido enormemente es el servicio de contenido multimedia como es el caso de Spotify, figura 1.4, que permite a los usuarios escuchar música de forma online o YouTube, figura 1.5, que permite a los usuarios reproducir vídeos publicados por otros usuarios o vídeos que se emiten en directo.

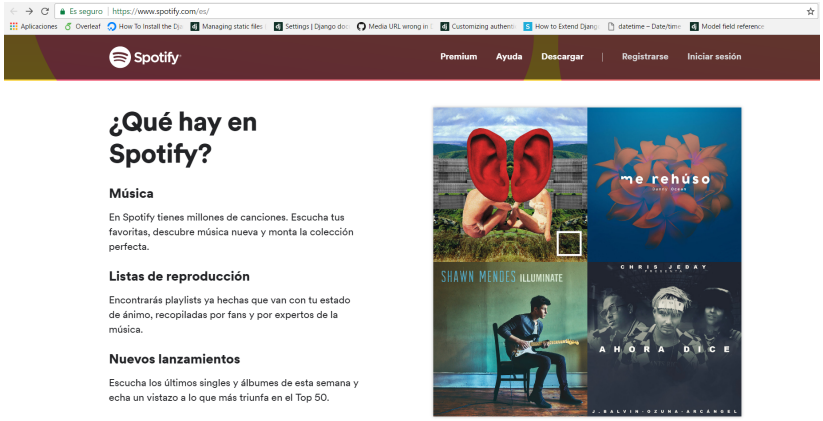


Figura 1.4: Spotify.

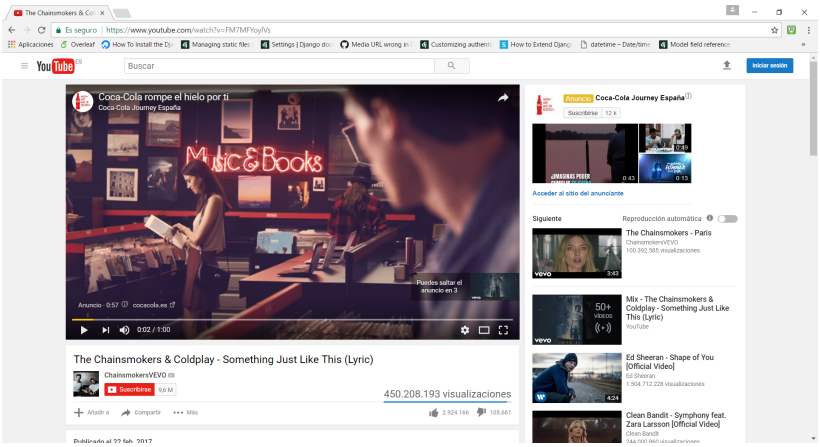


Figura 1.5: YouTube.

Otra área que ha ganado peso en estos últimos años es la creación de plataformas que sirven contenido televisivo a través de una aplicación web como es el caso de Netflix, figura 1.6.

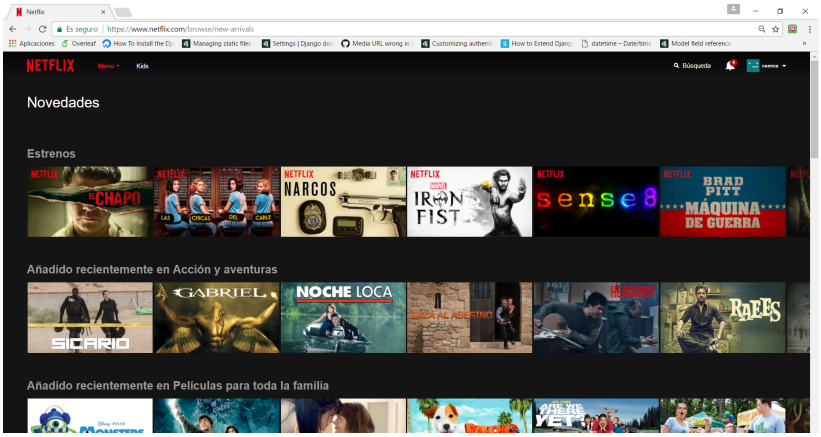


Figura 1.6: Netflix.

Aunque se ha mencionado algunos ejemplos existen muchos otras áreas donde la utilización de aplicaciones web ha mejorado la experiencia y accesibilidad al contenido por parte de los usuarios.

1.2. Tecnologías del cliente

Antiguamente la interactividad de los usuarios era limitada provocando limitación en el desarrollo de interfaces y degradando la experiencia del usuario. Ante esto la primer solución fue incluir instrucciones que se ejecuten en el cliente desarrolladas en Java por medio del uso de plug-ins. Al tratarse de un lenguaje pesado, se optó por emplear instrucciones desarrolladas en JavaScript.

Lenguaje mucho más ligero e interpretado por los navegadores, que al capturar un evento de la página ejecuta un trozo de código que generalmente cambia algún atributo de la página, comprueba los valores de un formulario antes de enviarlo, etc. A partir de este lenguaje surgen bibliotecas y entornos que permiten crear aplicaciones más interactivas, como por ejemplo: Ajax, Jquery, Angular.

El rendimiento de los navegadores depende de la calidad de su implementación ya que son los encargados de interpretar el código de las páginas web. En la actualidad disponemos de los siguientes navegadores:

1. Internet Explorer: Creado en 1995 aunque no fue hasta el año 2000 que domino absolutamente el mercado. Pero con la llegada de Firefox su uso global descendió de una forma notable.

2. Firefox: Creado por la fundación Mozilla y es la continuación al navegador Mozilla. Se público en 2004 con el objetivo de permitir que la web sea publica, abierta y accesible.

3. Safari: Creado en 2003 para el sistema operativo Mac de Apple ya que antes no disponía de un navegador propio.

4. Chrome: Creado en 2008 por Google a partir de WebKit. Destaca por su interfaz minimalista y por la velocidad de ejecución del código JavaScript,lo que obligo a sus competidores a ponerse las pilas en estos aspectos.

La figura 1.7 muestra una comparativa del porcentaje de uso de cada uno de los navegadores.

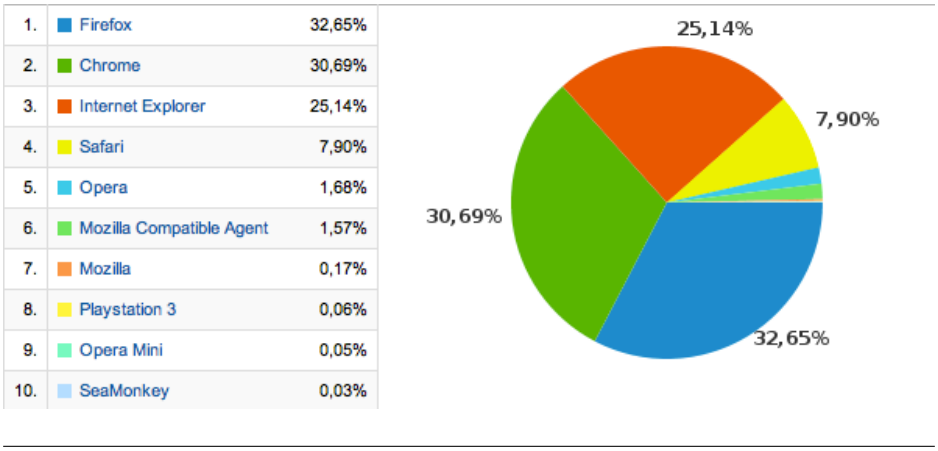


Figura 1.7: Comparativa del uso de los navegadores.

1.3. Tecnología del servidor

Este tipo de tecnologías se basan en el procesamiento de peticiones de los usuarios mediante la interpretación de un *script* en el servidor web para generar paginas HTML dinámicamente como respuesta.

Así pues, podemos hablar de lenguajes de lado servidor que son aquellos lenguajes que son reconocidos, ejecutados e interpretados por el propio servidor, por ejemplo: ASP, PHP, JSP, NodeJS. Estos lenguajes son especialmente útiles en trabajos en los que se tiene que acceder a información centralizada, situada en una base de datos en el servidor, y cuando por razones de seguridad los cálculos no se pueden realizar en el cliente.

Es importante destacar que los lenguajes del lado del servidor son necesarios porque la mayoría de las aplicaciones web necesitan tener acceso a muchos recursos externos al cliente, principalmente bases de datos alojadas en servidores de Internet.

1.4. Antecedentes

El TFG centra su desarrollo en el campo de las tecnologías Web y como a través de ella permiten generar diversas aplicaciones con las que el usuarios pueden interactuar. A continuación, se presentan varios ejemplo de TFGs dentro del Laboratorio de Robótica de la URJC que emplean estas tecnologías y han sido el punto de partida de este TFG.

Surveillance 5.1 (URJC)

Surveillance 5.1 [1][2] fue desarrollado por Edgar Barrero como trabajo fin de grado. La aplicación web ofrece un flujo de vídeo desde una cámara web, un flujo de imagen de profundidad procedente de un sensor Kinect y su representación en 3D, además de un sensor de humedad y un actuador.

La aplicación web se desarrolló en Ruby sobre Rails. El servidor de la aplicación se conectaba a los componentes de JdeRobot a través del interfaz ICE.

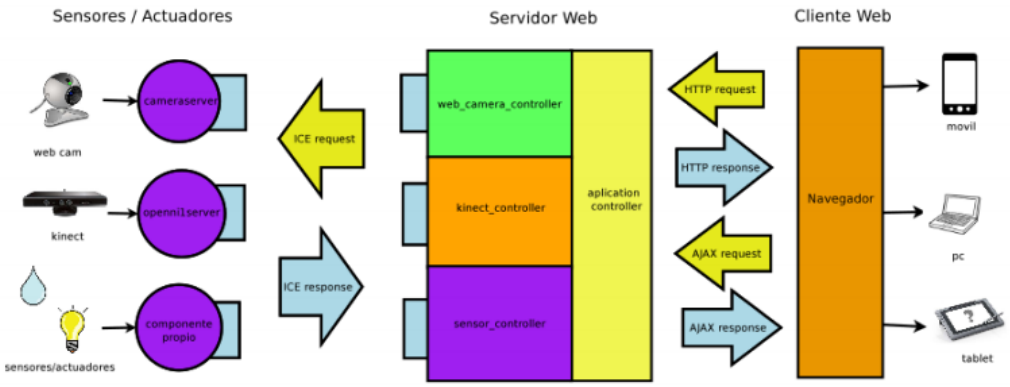


Figura 1.8: Esquema Surveillance 5.1.

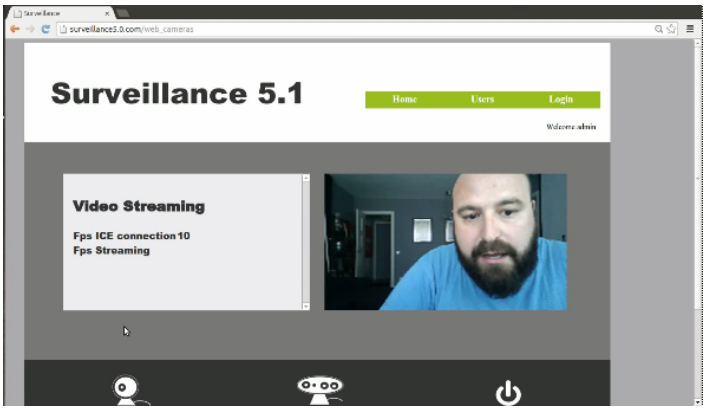


Figura 1.9: Interfaz Web Surveillance 5.1.

JdeRobotWebClients (URJC)

JdeRobotWebClients [3][4] fue desarrollado por Aitor Martınez Fernandez como trabajo fin de grado. La aplicación Web crear seis versiones web de herramientas utilizadas por JdeRobot (CameraViewJS, RGBDViewerJS, KobukiViewerJS, ...) que estaban programadas en C++ o Python con su propio interfaz gráfico provocando que sean ejecutables solo en Linux.

Estas nuevas versiones son multiplataforma (Linux, Android, IOS, Windows) y accesibles desde un navegador web como interfaz gráfico permitiendo acceder a los sensores y actuadores sin un servidor intermedio.

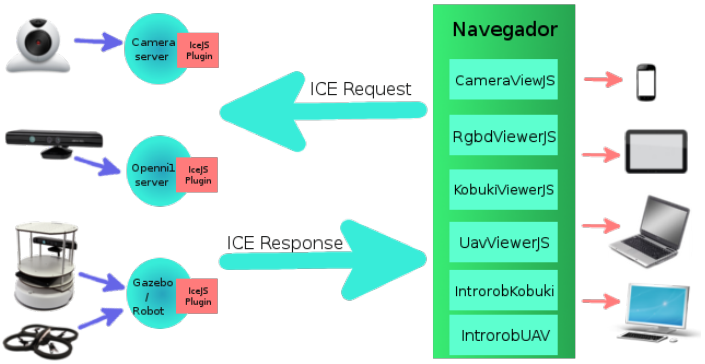


Figura 1.10: Esquema JdeRobotWebClients.

Drone con WebRTC.

Drone con WebRTC [5][6] fue desarrollado por Iván Rodríguez como trabajo de fin de grado. El objetivo era poder teleoperar un drone desde un dispositivo móvil

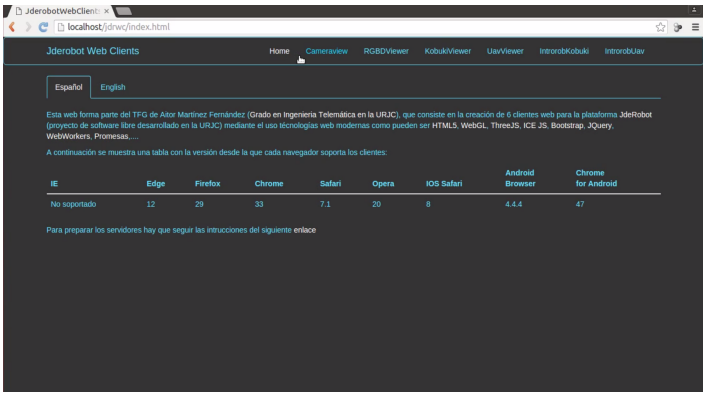


Figura 1.11: Interfaz Web JdeRobotWebClients.

(teléfono, tablets....) por medio de aplicaciones Web, es decir, desde un navegador web. Su desarrollo se basaba en WebRTC como tecnología Web para teleoperar el drone, además de emplear las tecnologías propias de JdeRobot para establecimiento de conexión entre el drone y los dispositivos móviles.

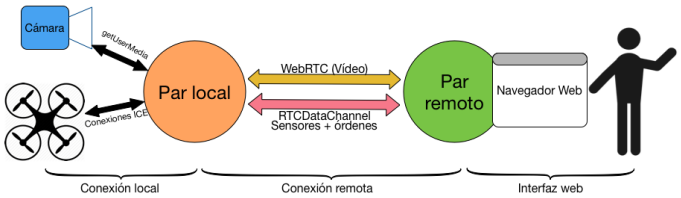


Figura 1.12: Arquitectura de la aplicación web Dron con WebRTC

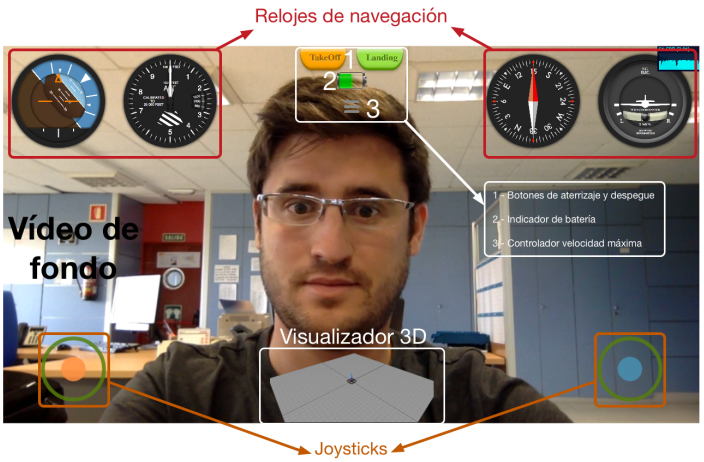


Figura 1.13: Interfaz Web Dron con WebRTC

La memoria está organizada en 8 capítulos. Tras presentar el contexto en la introducción, en el segundo capítulo se fijan los objetivos y el plan de trabajo empleado. El tercer capítulo reúne la descripción de las distintas tecnologías que se emplearan en el desarrollo del TFG. Del cuarto al séptimo capítulo trata cada de una las practicas fijadas en el capítulo dos. El capítulo final recoge las conclusiones obtenida tras realizar los distintos desarrollos.

Capítulo 2

Objetivos

EL TFG se centra en un entorno docente, donde se quiere exponer a los alumnos de la asignatura de Laboratorios de Tecnologías Audiovisuales en la Web de cuarto curso del grado de Sistemas Audiovisuales y Multimedia a un conjunto variado de tecnologías web proponiéndoles cuatro practicas atractivas, que se pueden elaborar como aplicaciones tradicionales, de escritorio, pero también se pueden elaborar empleando tecnologías web, navegadores y clientes, siendo de este modo multiplataforma. Este objetivo global será estructurado en cuatro subobjetivos, correspondientes a cada una las siguientes cuatro prácticas.

1. Crear el juego del comecocos en la web basado en tecnologías del cliente. Para la visualización se utilizara Canvas mientras que para la funcionalidad se utilizara JavaScript permitiendo ejecutar eventos del teclado, además de incluir audio.

2. Crear una versión multijugador del juego del comecocos basado en tecnologías de comunicación bidireccional en tiempo real. Su diseño se basara en un servidor creado en NodeJS y WebSokects como mecanismo de comunicación bidireccional entre los navegadores y el servidor.

3. Crear un sitio Web de una tienda basada en tecnologías de servidor con manejo de base de datos. Su diseño se basara en el entorno Django para la gestión del sitio de Web y como BBDD MySQL.

4. Crear una aplicación de Videoconferencia Peer-to-Peer entre navegadores basada en tecnologías de comunicación audiovisual. Su diseño se realizara con WebRTC como tecnología core y NodeJS para la creación del servidor auxiliar.

2.1. Metodología

En la realización del proyecto se ha necesitado definir una metodología que permita planificar las tareas necesarias para llegar a nuestro objetivo. Por ello se ha seleccionado el modelo de desarrollo en cascada, figura 2.1. Este modelo define un

conjunto de etapas distribuidas en cascada donde cada etapa tiene que terminarse por completo para pasar a la siguiente. A continuación, se explica en detalle los pasos en cada etapa.

1. **Análisis de requisitos:** En esta fase se analizan las necesidades para determinar qué objetivos debe cubrir.

2. **Diseño del Sistema:** Descompone y organiza el sistema en elementos que puedan elaborarse por separado. Como resultado se obtiene la descripción de la estructura global del sistema y su especificación.

3. **Diseño del Programa:** Es la fase en donde se realizan los algoritmos necesarios para cubrir los requerimientos y analizar las herramientas necesarias para la etapa de Codificación.

4. **Codificación:** Es la fase en donde se implementa el código fuente, haciendo uso de prototipos así como de pruebas y ensayos para corregir errores.

5. **Pruebas:** Los elementos, ya programados, se ensamblan para componer el sistema y se comprueba que funciona correctamente y que cumple con los requisitos.

Este esquema se aplica como ciclo de vida para desarrollar cada una de las prácticas de las que trata el TFG.

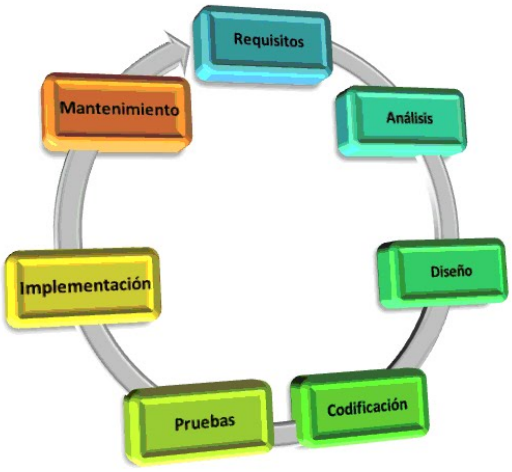


Figura 2.1: Metodología en cascada.

Como parte de la metodología, durante el tiempo que ha durado el proyecto se acordaron reuniones semanales con el tutor de forma presenciales o por VideoConferencia en las que se revisaba los objetivos semanales y se definían los nuevos objetivos.

Los avances del proyecto se añadían en la bitácora web Mediawiki [1]. El contenido de esta bitácora se divide en una sección de aprendizaje de tecnologías web con pequeños ejemplos y otra centrada en el desarrollo de cada de unas las practicas del TFG detallando las características más relevantes de cada una de ellas. El código empleado en los ejemplos y prácticas de esta bitácora se encuentra en el repositorio de GitHub [2] siguiendo la filosofía de software libre.

2.2. Plan de trabajo

Para llevar a cabo con éxito el desarrollo de las distintas practicas se definió el siguiente plan de trabajo.

1. **Fase de aprendizaje:** Esta primera etapa explora el aprendizaje de diferentes tecnologías Web novedosas. Se dividió en tecnologías de cliente como JavaScript y HTML5, tecnologías de comunicación cliente-servidor como Ajax, formularios y WebSockets, tecnologías del servidor como NodeJS y Django , BBDD como MySql y MongoDB y por ultimo tecnologías de comunicación audiovisual como WebRTC.

2. **Diseño del enunciado de las prácticas:** Con los conocimientos adquiridos de las diferentes tecnologías se realiza una propuesta del enunciado de cada práctica. En cada enunciado recoge las tecnologías y requisitos que se tienen que cubrir durante el desarrollo.

3. **Implementación de las prácticas:** Tras validar el enunciado de cada práctica se pasa al desarrollo siguiendo las pautas marcadas. Primero se diseña la solución cubriendo los requisitos marcados para luego pasar a su implementación teniendo una visión general de los módulos, funciones y otros recursos que necesitan ser programados.

4. **Pruebas:** Se realiza una prueba de verificación de la aplicación con el fin de validar que funciona correctamente.

[1] `http://jderobot.org/Walter-tfg`
[2] `https://github.com/RoboticsURJC-students/2015-TFG-Walter-Cuenca`

Capítulo 3

Infraestructura

En esta sección se describe con cierto detalle las herramientas, estándares y bibliotecas que hemos usado directamente en el desarrollo de este TFG.

3.1. HTML5

Este nuevo estándar incorpora una series de APIs accesibles desde JavaScript que surgen para dotar de funcionalidad nativa a la Web sin necesidad de utilizar plug-ins externos. Los distintos ingredientes asociados a HTML5 [8] los describimos en las siguientes secciones.

3.1.1. Canvas

El elemento `<canvas>` [9] permite trabajar con gráficos orientados a píxel (no vectorial) dentro de la web sin la necesidad de emplear programas externos. Dispone de varios métodos que permiten realizar múltiples tareas de carácter gráfico que se han utilizado en el desarrollo de las prácticas del *ComeCocos Web* y del *ComeCocos Multijugador*.

Context 2d

Es el punto de partida para utilizar las propiedades de canvas. Es necesario acceder a la etiqueta canvas existente en el documento para obtener el contexto.
El contexto puede ser 2D y 3D dependiendo del tipo de elementos que se quieren dibujar.

```
var canvas = document.getElementById('tutorial');
var ctx = canvas.getContext('2d');
```

Fragmento de Código 3.1: Acceso al contexto de Canvas.

Formas Disponibles

Por medio del contexto tenemos acceso a un conjunto de métodos que permiten dibujar primitivas predefinidas, que se explican a continuación.

1. Trazos
   - `beginPath()`: Marcan el inicio de un nuevo trazo.
   - `closePath()`: Marcan el final del trazo definido.
   - `stroke()`: Dibuja el contorno de la forma.
   - `fill()`: Dibuja una forma solida rellenando el área del trazo.
2. Líneas: La función `lineTo(x,y)` permite dibujar lineas. Toma como punto de partida el ultimo punto conocido y como punto final la coordenada(x,y) que se le pasa.
3. Movimiento: La función `moveTo(x, y)` permite moverse a un punto del lienzo para empezar a dibujar a partir de él.

```
function draw() {
  var canvas = document.getElementById('canvas');
  if (canvas.getContext) {
    var ctx = canvas.getContext('2d');

    // Filled triangle
    ctx.beginPath();
    ctx.moveTo(25, 25);
    ctx.lineTo(105, 25);
    ctx.lineTo(25, 105);
    ctx.fill();

    // Stroked triangle
    ctx.beginPath();
    ctx.moveTo(125, 125);
    ctx.lineTo(125, 45);
    ctx.lineTo(45, 125);
    ctx.closePath();
    ctx.stroke();
  }
}
```

Figura 3.1: Ejemplo del dibujo de un trazo.

4. Rectángulos
   - `fillRect(x, y, width, height)`: Dibuja un rectángulo relleno.
   - `strokeRect(x, y, width, height)`: Dibuja el contorno de un rectángulo.

- `clearRect(x, y, width, height)`: Borra el área rectangular especificada.

```
function draw() {
  var canvas = document.getElementById('canvas');
  if (canvas.getContext) {
    var ctx = canvas.getContext('2d');

    ctx.fillRect(25, 25, 100, 100);
    ctx.clearRect(45, 45, 60, 60);
    ctx.strokeRect(50, 50, 50, 50);
  }
}
```

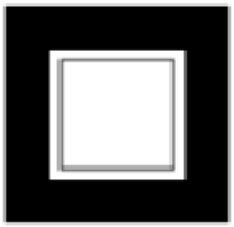


Figura 3.2: Ejemplo rectángulos canvas.

5. Arcos: Por medio de la función `arc(x,y,radio,angInit,angFin,true)` se dibuja una circunferencia o media circunferencia. Para realizar este proceso establece como centro las coordenadas (x,y), su tamaño depende del radio que se especifique y por ultimo establecemos el ángulo inicial y final que queremos.

Estilos y Colores

Para poder aplicar colores a los dibujos que se crean tenemos a nuestra disposición dos propiedades que podemos usar:

- `fillStyle`: Establece el color de relleno de la figura.
- `strokeStyle`: Establece el color del contorno de la figura.

Además de dibujar formas opacas en el lienzo, también podemos dibujar formas semitransparentes (o translúcidas). Esto se realiza estableciendo la propiedad `globalAlpha` o asignando un color semitransparente al estilo de trazo y/o de relleno.

- `globalAlpha`: Aplica el valor de transparencia especificado a todas las formas futuras del lienzo. El valor debe estar entre 0,0 (totalmente transparente) y 1,0 (completamente opaco).

Por otra parte se puede establecer el estilo de las líneas que componen las figuras, por medio las siguientes propiedades:

- `lineWidth`: Establece el ancho de las líneas.
- `lineCap`: Establece el aspecto de los extremos de las líneas. Estos atributos pueden ser: butt(extremos cuadrado), round(extremos redondeados) y square()

- `lineJoin`: Establece el aspecto de las esquinas donde se encuentran las líneas. Estos atributos pueden ser: round() , bevel() y miter().

Texto

Permite generar cadenas de texto dentro de canvas por medio del método `fillText(text,x,y)` que recibe como parámetro el texto y la coordenada donde se dibujarán, figura 3.3.

- `fillText(text,x,y)`: Dibuja el texto dado en las coordenadas(x,y) del lienzo.
- `strokeText(text,x,y)`: Dibuja el texto dado en las coordenadas(x,y) del lienzo sin relleno.

Además permite establecer el estilo del texto por medio de las siguientes propiedades:

- `font`: Estilo del texto que se utiliza al dibujar el texto. Los valores permitidos son similares a las propiedades CSS font.
- `textAlign`: Alinea el texto. Los valores disponibles son: start, end, left, rigth o center.
- `direction`: Direccionalidad del texto.

```
1 function draw() {
2   var ctx = document.getElementById('canvas').getContext('2d');
3   ctx.font = '48px serif';
4   ctx.fillText('Hello world', 10, 50);
5 }
```

Hello world

Figura 3.3: Ejemplo texto canvas.

Imágenes

Para importar imágenes en el lienzo es necesario obtener la referencia de un objeto `HTMLImageElement` como fuente por medio de JavaScript y dibujarla en el lienzo por medio de la función `drawImage()`. Para ello, utilizamos el constructor `Image()` en el que definimos la dirección de la imagen en el atributo `src` y por medio del método `load` nos aseguraremos que la carga se ha completado.

Tras obtener la referencia a nuestra imagen podemos utilizar los método disponibles para cargar las imágenes en el lienzo. A continuación se muestran las variantes del método ya que se encuentra sobrecargado.

- `drawImage(img,x,y)`: Dibuja la imagen especifica en las coordenadas(x,y) del lienzo.

- `drawImage(image, x, y, width, height)`: Dibuja la imagen específica en las coordenadas(x,y) estableciendo la escala en la que se dibuja por medio de los parámetros `width` y `height`, figura 3.4.

```
function draw() {
  var ctx = document.getElementById('canvas').getContext('2d');
  var img = new Image();
  img.onload = function() {
    for (var i = 0; i < 4; i++) {
      for (var j = 0; j < 3; j++) {
        ctx.drawImage(img, j * 50, i * 38, 50, 38);
      }
    }
  };
  img.src = 'https://mdn.mozillademos.org/files/5397/rhino.jpg';
}
```

Figura 3.4: Ejemplo escalado de imagen canvas.

- `drawImage(image, sx, sy, sWidth, sHeight, dx, dy, dWidth, dHeight)`: Dada una imagen, esta función toma el área de la imagen de origen por el rectángulo cuya esquina superior izquierda es (sx,sy) y cuya anchura y la altura son `sWidth` y `sHeight`, colocándolo en el lienzo en las coordenadas(dx,dy) y escalado por medio de `dWidth` y `dHeight`, figura 3.5.

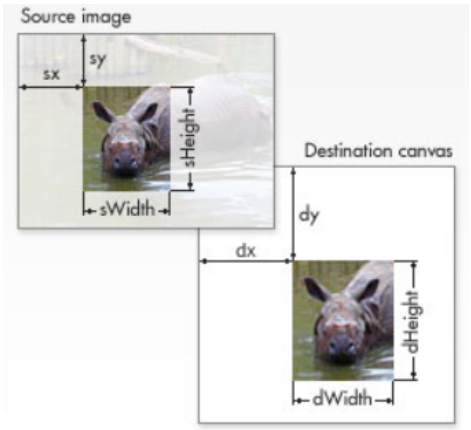


Figura 3.5: Ejemplo recorte imagen canvas.

Transformaciones

Antes de indicar las transformaciones disponibles es necesario conocer los métodos `save()` y `restore()`. El primero se utiliza para guardar el estado del lienzo

antes de aplicar un cambio en el lienzo mientras que el otro se encarga de recuperar el estado del lienzo guardado.
Ahora es momento de presentar las distintas transformaciones que se pueden utilizar

- `translate(x,y)` : Mueve el lienzo y su origen a la coordenada (x,y).
- `rotate(angle)` : Gira el lienzo en sentido a las agujas del reloj hasta encontrar el ángulo (radianes) indicado.
- `scale(x,y)` : Escala x e y unidades del lienzo. Se tratan de números reales, si son menores a la unidad disminuyen el tamaño en caso contrario aumentan el tamaño.

3.1.2. Media

El nuevo estándar HTML5 incorpora etiquetas que permiten incorporar contenido multimedia [10] en la web de forma nativa, antes era necesario utilizar plug-ins externos. La etiqueta *<video>* permite incrustar un vídeo en la web e incorpora la posibilidad de establecer múltiples formatos ya que no todos los formatos de vídeo son compatibles en cada uno de los navegadores.

- Normalmente, un contenedor WebM empaqueta audio Ogg Vorbis con vídeo VP8 / VP9. Esto es soportado principalmente por Firefox y Chrome.
- Un contenedor MP4 suele empaquetar audio AAC o MP3 con vídeo H.264. Esto se utilizada principalmente en Internet Explorer y Safari.
- El contenedor Ogg, más antiguo, tiende a ir con Ogg Vorbis audio y vídeo Ogg Theora. Fue apoyado principalmente en Firefox y Chrome, pero básicamente ha sido reemplazado por el mejor formato WebM.

Las principales características de las que dispone la etiqueta `<video>` son las siguientes:

- `widtg/height`: Tamaño del vídeo
- `autplay`: Indica que una vez se ha cargado el elemento empiece la reproducción automáticamente.
- `loop`: Se crea un bucle en el que se repite indefinidamente el vídeo.
- `muted`: Desactiva el sonido.
- `poster`: Toma la dirección de una imagen que se muestra antes de empezar la reproducción del vídeo.
- `src`: Contiene la ruta de acceso al vídeo

- `controls`: Permite a los usuarios pausar, reproducir o ajustar el volumen del vídeo.

Además tenemos la etiqueta `<audio>` que permite incrustar audio en la web. Su funcionalidad es similar al de la etiqueta `<video>` aunque no presenta un interfaz gráfico.

El primer elementos se emplea en el desarrollo del *Sitio Web* y *Videoconferencia con WebRTC* mientras el segundo elemento además se emplea en el *ComeCocos*, *ComeCocos Multijugador*.

3.1.3. WebSockets

Internet se ha creado a partir del paradigma solicitud desde el cliente /respuesta por parte del servidor de HTTP. Un cliente carga una página web, se cierra la conexión y no ocurre nada hasta que el usuario hace clic en un enlace o envía un formulario.

Hace algún tiempo que existen técnicas que ofrecen al servidor llevar la iniciativa, como por ejemplo Comet. Uno de las técnicas más comunes para crear la ilusión de una conexión iniciada por el servidor se denomina Long Polling. Con el Long Polling, el cliente abre una conexión HTTP con el servidor, el cual la mantiene abierta hasta que se envíe una respuesta. Cada vez que el servidor tenga datos nuevos los enviará como respuesta a cada petición pendiente.

WebSockets [12] ofrece estas características de modo nativo sin necesidad de utilizar trucos como en caso de Comet permitiendo al servidor llevar la iniciativa sin problemas, figura 3.6, ofreciendo las siguientes características:

1. **Conexión bidireccional:** Esta conexión se produce en tiempo real y se mantiene permanentemente abierta entre servidor y cliente hasta que se cierre de manera explícita.

2. **Gran rendimiento y escalabilidad:** Si un socket está abierto, el servidor puede enviar datos a todos los clientes conectados al socket, sin tener que estar constantemente procesando peticiones.

3. **Baja latencia:** Como el socket está siempre abierto y escuchando, los datos son enviados inmediatamente desde el servidor al navegador.

4. **Eficiencia en la transmisión de datos:** Los datos a transmitir se reducen también de manera drástica, pasando de un mínimo de 200-300 bytes en peticiones Ajax, a 10-20 bytes.

Funcionamiento del API

El cliente establece una conexión WebSockets [13] a través de un proceso conocido como *Handshake WebSocket*. Este proceso se inicia con una solicitud HTTP normal al servidor que incluye el campo `Upgrade` para informar al servidor que se desea establecer una conexión WebSocket.

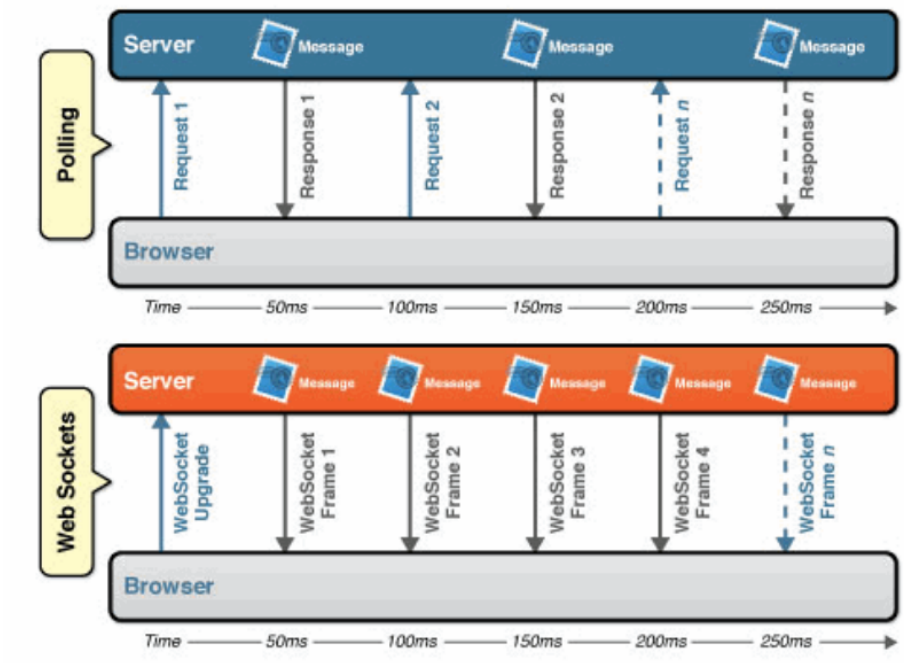


Figura 3.6: Comparación Polling-WebSockets.

```
GET ws://websocket.example.com/ HTTP/1.1
Origin: http://example.com
Connection: Upgrade
Host: websocket.example.com
Upgrade: websocket
```

Fragmento de Código 3.2: Petición conexión WebSockets.

Si el servidor soporta el protocolo WebSockets,lo comunica a través del campo `Upgrade` en la respuesta.

```
HTTP/1.1 101 WebSocket Protocol Handshake
Date: Wed, 16 Oct 2013 10:07:34 GMT
Connection: Upgrade
Upgrade: WebSocket
```

Fragmento de Código 3.3: Respuesta conexión WebSockets.

Ahora que el proceso *Handshake* se ha completado, la conexión inicial de HTTP se sustituye por una conexión WebSockets que utiliza la misma conexión TCP / IP subyacente. En este punto, cualquiera de las partes puede iniciar el envío de datos.

Librería Socket.io

Socket.IO [7] es una librería de JavaScript que facilita el desarrollo de aplicaciones basadas en Websockets tanto en el cliente como en el servidor.
En lado servidor (NodeJS) se importa la librería por medio de la sentencia `require()`

```
var io = require('socket.io')(server);
```

Fragmento de Código 3.4: Llamada librería Socket.IO Server.

Para iniciar la conexión WebSockets se emplea el evento `io.on ('connection',function())`

```
io.on('connection', function(socket) {
    console.log('Un cliente se ha conectado');
});
```

Fragmento de Código 3.5: Comprobación conexión WebSockets Server.

En el lado cliente es necesario incluir el script `socket.io.js` en el fichero HTML de proyecto.

```
<script src="/socket.io/socket.io.js"></script>
```

Fragmento de Código 3.6: Instancia librería Socket.IO cliente.

Para establecer la conexión Websocket utilizamos el método `io.connnect` al que se le pasa la url donde se encuentra el servidor con el que se quiere establecer la conexión.

```
var socket = io.connect('http://localhost:8080');
```

Fragmento de Código 3.7: Creación conexión WebSocket cliente.

Establecida la conexión entre el cliente y servidor pueden enviar mensajes [1]. El método `emit` permite el envió de mensajes recibiendo como parámetros el nombre del mensaje y los datos que se envían. El receptor del mensaje utiliza el método `on` para definir un evento con el nombre del mensaje que espera recibir y un *callback* que se encarga de obtener los datos del mensaje.

```
//cliente
socket.emit('new-message', 'Hola');

//server
socket.on('new-message', function(data) {
 console.log(data)
});
```

Fragmento de Código 3.8: Ejemplo Envió-Recepción mensaje con WebSockets.

La versión 1.0 de la librería se utiliza en el desarrollo de las prácticas del *Come-Cocos Multijugador* y de *Videoconferencia con WebRTC*.

[1] https://socket.io/docs/emit-cheatsheet/

3.1.4. API File

El tratamiento de ficheros locales en la maquina cliente desde los navegadores de forma nativa no fue posible hasta la aparición de API File [11]. La API requiere de una etiqueta `<input>` para seleccionar el archivo con el que se quiere trabajar. A continuación JavaScript se encarga de obtener la información del documento a través del objeto `FileReader()`.

```
<!DOCTYPE html>
<head>
 <meta charset="utf-8">
 <title>File API</title>
 <script type="text/javascript">
  function processFiles(file){
   var files = file[0];
   var reader = new FileReader();
   reader.onload = function (e) {
    /*
     e.result tiene el resultado de la
     lectura del fichero
    */
   };
   reader.readAsArrayBuffer(files);
  }
 </script>
</head>
<body>
 Select a text file:
 <input type="file" id="fileInput" onchange="processFiles(this.
    files)">
</body>
</html>
```

Fragmento de Código 3.9: Ejemplo API File.

Es necesario especificar el modo en el que la API va a leer la información. A continuación se resumen los métodos disponibles:

- `reader.readAsText()`: Permite leer archivos de texto y recibe dos parámetros. El primer parámetro es el objeto file o Blob que se va a leer y el segundo parámetro se utiliza para especificar la codificación del archivo.
- `reader.readAsDataURL()`: Permite leer un File o Blob y generar una URL de datos . Esto es básicamente una cadena base64 de los datos del archivo. Se puede utilizar esta URL datos para cosas como el establecimiento de la propiedad `src` de una imagen.
- `reader.readAsBinaryString()`: Permite leer cualquier tipo de archivo. El método devuelve los datos binarios sin formato.

- `reader.readAsArrayBuffer()`: Permite leer un File o Blob y obtener como resultado un ArrayBuffer, es decir, un buffer de datos binarios de longitud fija.

Esta API se utiliza en el desarrollo de la práctica de *Videoconferencia con WebRTC*.

3.2. Lenguaje JavaScript

JavaScript [15] es un lenguaje de programación interpretado que permite crear script con eventos, clases y acciones para la ejecución de aplicaciones Internet del lado del cliente. Los usuarios no leerán únicamente las páginas de forma pasiva sino que adquieren un carácter interactivo permitiendo cambiar las páginas dentro de una aplicación: poner botones, cuadros de texto, código para hacer una calculadora, un editor de texto, un juego, o cualquier otra cosa de modo que se ejecuta cierto código desde el propio navegador.

Propiedades

- Se interpreta en el ordenador que recibe el programa, no se compila.
- Tiene una programación orientada a objetos. El código de los objetos está predefinido y es expandible. No usa clases ni herencia.
- Tipicamente el código está incluido en los documentos HTML.
- No se declaran los tipos de variables.
- Ejecución dinámica: los programas y funciones no se chequean hasta que se ejecutan.
- Parte de los programas de JavaScript se ejecuta cuando sucede un evento.

3.3. Biblioteca JQuery

JQuery [16][17] es un entorno Javascript que sirve como base para la programación avanzada de aplicaciones del lado del cliente aportando una serie de funciones o códigos para realizar tareas habituales. Sus principales características son:

- efectos dinámicos.
- aplicaciones que hacen uso de Ajax.
- manipular el árbol DOM.
- manejo de eventos.
- desarrollar animaciones

- simplifica la manera de interactuar con los documentos HTML

La versión 3.2.0 de la librería se emplea en el desarrollo de todas las prácticas ya que nos permite simplificar ciertas tareas.

3.4. Biblioteca Bootstrap

Bootstrap [18][19] es un entorno (front-end) de twitter para desarrollo de aplicaciones web. Se basa en un sistema de grid de 12 columnas que escalan adecuadamente a medida que aumenta el tamaño del dispositivo o la ventana de visualización. Además contiene elementos de diseño básicos de HTML y CSS, como pueden ser barras de navegación, plantillas predefinidas, botones, desplegables entre otras extensiones de JavaScript. Sus principales características son:

- Sencillo y ligero
- Basado en los últimos estándares de desarrollo de Web
- Curva de aprendizaje baja
- Compatible con todos los navegadores habituales
- Responsive web design.

La versión 3.3.7 del este entorno se utiliza para diseñar la apariencia de todas las prácticas.

3.5. Entorno de servidor NodeJS

Es un proyecto de software libre creado por Ryan Dahl a principios de 2009 orientado a la creación de aplicaciones para Internet, principalmente Web. La idea empezó a gestarse a partir de otro proyecto para el entorno Ruby sobre Rails, un pequeño y rápido servidor web llamado Ebb, que evolucionó a una librería en C.

Una de las razones de la evolución del proyecto desde Ruby a C, y luego de C a JavaScript fue el objetivo de realizar un sistema en que la Entrada/Salida fuera enteramente no bloqueante que es esencial para obtener un alto rendimiento. Según [20] *"Node.js es una plataforma construida encima del entorno de ejecución javascript de Chrome para fácilmente construir rápidas, escalables aplicaciones de red. Node.js usa un modelo de E/S no bloqueante dirigido por eventos que lo hace ligero y eficiente, perfecto para aplicaciones data-intensive en tiempo real"*

Fácil desarrollo y escalabilidad

Una de las ventajas de emplear JavaScript como lenguaje para las aplicaciones `Node` es que, al tratarse de un lenguaje con una curva de aprendizaje suave permite

desarrollar aplicaciones rápidamente con sólo tener unas nociones básicas de las características de este lenguaje.

Uno de los aspectos con mayor impacto en cuanto a la escalabilidad es el diseño del sistema. Este es uno de los punto fuertes de Node ya que su arquitectura y la forma de desarrollar sus aplicaciones hacen que se cumplan los principios básicos de escalabilidad.

E/S no bloqueante por eventos

Uno de los puntos críticos es el cuello de botella que afecta en alto grado al rendimiento de cualquier sistema, en especial aquellos que hacen un uso intensivo de operaciones de Entrada/Salida con ficheros y dispositivos. Para solventar este problema Node utiliza un modelo de concurrencia basado en eventos que implicar utilizar los siguientes requisitos:

- Necesidad de un bucle de procesado de eventos que se tratara como un único proceso y que sólo ejecuta un manejador, o *callback*, a la vez.
- Emplear un lenguaje que se adapte a este modelo, como es el caso de JavaScript ya que su intérprete se basa en un modelo idéntico.

Ligero y Eficiente

Node es una fina capa de software entre el sistema operativo y la aplicación escrita ya que con su arquitectura se persigue velocidad y eficiencia. Centrado en este propósito descarta emplear un modelo *multihead* para manejar las distintas conexiones ya que el coste es muy elevado. Se busca entonces una solución de alto rendimiento que permita realizar operaciones Entrada/Salida no bloqueantes delegando en el sistema operativo y coordinarlo a través de uno o varios bucles de eventos.

Perfecto para aplicaciones en tiempo real

`Node` encaja con los requisitos que exigen las aplicaciones en tiempo real flexibles. De acuerdo a su capacidad de manejar un alto número de conexiones y procesar un enorme número de operaciones de Entrada/Salida muy rápido se puede afirmar que Node encaja perfectamente si se requiere:

- **Interfaces ligeros REST/JSON:** Su modelo de Entrada/Salida para atender peticiones `REST` junto al soporte nativo `JSON` lo hacen óptimo como capa superior de fuente de datos como base de datos.
- **Aplicaciones mono página:** En las que la interacción del cliente con el servidor se realiza por medio de peticiones `Ajax`. El uso de `Ajax` puede producir una avalancha de peticiones que el servidor tiene debe ser capaz de procesar es aquí donde Node cumple con éxito.

- **Datos por streaming:** Al tratarse de conexiones HTTP como *streams*, permite procesar ficheros al vuelo.
- **Comunicación:** Aplicaciones de mensajería instantánea o web en tiempo real, e incluso, juegos multijugador.

La versión 6.10 se utiliza en el desarrollo del las prácticas del *ComeCocos Multijugador* y *Videoconferencia con WebRTC*.

3.6. Base de datos en aplicaciones web

El objetivo principal de las BBDD [21] es unificar los datos que se manejan y los programas o aplicaciones que los manejan. Antiguamente los programas se codificaban junto con los datos lo que desembocaba en una dependencia de los programas respecto a los datos. Además, cada aplicación utiliza ficheros que pueden ser comunes a otros sectores de la misma aplicación lo que producía redundancia en la información.

Con las BBDD se busca independizar los datos que residen en memoria y las aplicaciones que manipulan la información mediante un sistema gestor de BBDD. Por lo tanto una base de datos pretende conseguir a través del Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD):

- **Independencia de datos:** Cambios en la estructura de la Base de Datos no modifican las aplicaciones.
- **Integridad de los datos:** Los datos han de ser siempre correctos. Se establecen una serie de restricciones (reglas de validación) sobre los datos.
- **Seguridad de los datos:** Control de acceso a los datos para evitar manipulaciones no deseadas.

3.6.1. MySQL

MySQL es uno de los SGBD más conocido y usado de código libre, desarrollado por la empresa MySQL AB que lo desarrolla bajo licencia de código libre. Se trata de un SGBD extremadamente rápido aunque no ofrece las mismas prestaciones que otras bases de datos, lo compensa con un rendimiento excelente. Alguno de los comandos de los que dispone son:

1. **Uso BBDD:** La sentencia `USE nombreBd` permite seleccionar la BBDD con la que se quiere trabajar.
2. **Visualización:** Para ver todas las BBDD se utiliza la sentencia `SHOW DATABASES` mientras que para las tablas de una BBDD se utiliza `SHOW TABLES`.
3. **Búsqueda:** Una de las sentencias de este tipo es `SELECT * FROM nombreTabla` que permite visualizar el contenido de una determinada tabla.

Figura 3.7: Ejemplo Base de Datos.

4. **Crear y Eliminar:** La sentencia `CREATE DATABASE nombreBd` crea y la sentencia `DROP DATABASE nombreBd` elimina una BBDD.

La versión 5.0 se ha utilizado para desarrollar la practica Sitio Web de una tienda.

3.7. Entorno de servidor Django

Consideremos el diseño de una aplicación Web escrita usando el estándar Common Gateway Interface (CGI), una forma popular de escribir aplicaciones Web en el año 1998. En esa época, cuando escribías una aplicación CGI se desarrollaba todas las tareas por uno mismo. Este enfoque es valido si la aplicación solo utiliza un fichero pero a medida que una aplicación Web crece aparecen una serie de problemas:

- ¿Qué sucede cuando múltiples páginas necesitan conectarse a la BBDD? El código de conexión a la BBDD no debería estar en cada uno de los script ya que la mejor forma de hacerlo es refactorizarlo en una función compartida.
- ¿Qué sucede cuando este código es reutilizado en múltiples entornos, con BBDD y contraseñas diferentes? En ese punto, se vuelve esencial alguna configuración específica del entorno.
- ¿Qué sucede cuando un diseñador Web no tiene experiencia programando y desea rediseñar la página? Lo ideal sería que la lógica de la página esté separada del código HTML de la página.

Precisamente estos son los problemas que un entorno Web intenta resolver por medio de una infraestructura de programación para las aplicaciones permitiendo escribir código limpio y de fácil mantenimiento. En nuestro caso utilizamos Django [24].

Patrón de diseño MVC

Django sigue el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador. Este patrón permite que el código que interactúa con los datos (modelo) esté separado de la asignación de rutas (controlador) y a su vez separado del interfaz del usuario (vista). La principal ventaja de este enfoque es el acoplamiento débil entre sí, es decir, cada pieza de la aplicación web tiene un único propósito por lo que puede ser modificado independientemente sin afectar a las otras piezas.

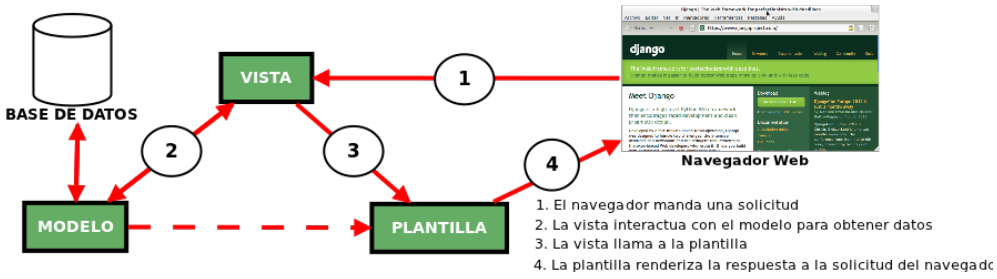


Figura 3.8: Esquema MVC Django.

Models

Los modelos se representan como una clase Python dentro del fichero *models.py* en el que se define cada uno de los elementos por medio del el objeto `models`[2].

```
from django.db import models
class Artista(models.Model):
 name = models.CharField(max_length=100,null=True)
 videos = models.ManyToManyField(Videos)
 galeria = models.ManyToManyField(Imagenes)
```

Fragmento de Código 3.10: Ejemplo de un Modelo.

En este punto destacamos la posibilidad de establecer relación entre los distintos modelos a través de los siguientes atributos:

- `models.ForeignKey`: relación 1 a 1.
- `models.ManyToManyField`: relación 1 a n.

Tras migrar la información del fichero se genera tantas tablas como clases existan.

[2]fuente: `https://docs.djangoproject.com/en/1.10/ref/models/fields/`

Vistas

Una vista es una función en Python que contiene la lógica para interactuar con la BBDD definida dentro del fichero *views.py*. Para obtener la información Django permite emplear filtro definidos en Python sin necesidad de programar en SQL.

```
from django.http import HttpResponse
def EventSelect(request,evento):
 event = Evento.objects.filter(name__startswith=evento)
 return render(request,'IndexEvent.html',{'event':event})
def IndexView(request):
 list_video=Videos.objects.all()
 return render(request,'fullVideo.html',{'list_video':list_video
    })
```

Fragmento de Código 3.11: Ejemplo de vistas.

Las funciones se pueden dividir en dos grupos:

- **Dinámicas:** Son aquellas que reciben el parámetro `request` y un parámetro adicional a través de la url.
- **Estáticas:** Son aquellas que reciben solo el parámetro `request`.

Controlador

Un controlador se representa como una dupla en Python dentro del fichero *urls.py* que define las distintas rutas de acceso a la aplicación y la vista asociada.

```
# urls.py
from django.conf.urls.defaults import patterns, url
from .views import ....
urlpatterns = patterns('',
       url(r'^index/$',  views.MainPage),
       url(r'^eventos/(?P<evento>\w{1,50})/$',  views.EventSelect
          ),
)
```

Fragmento de Código 3.12: Ejemplo de url's.

Al igual que en las vistas las URLs pueden ser de dos tipos:

- **Dinámicas:** la ruta esta formado por texto y un parámetro adiciona.
- **Estáticas:** la ruta se define como una cadena de texto.

Plantilla

Una plantilla es un fichero HTML enriquecido con un lenguaje de etiquetas adicional que permite renderizar la información enviadas por la vista correspondiente. Para plasmar esta información utilizamos el lenguaje de plantillas[3] que es similar a

[3] `https://docs.djangoproject.com/en/1.10/ref/templates/`

un lenguaje de programación ya que posee bucles, variables de plantillas asociadas a variables Python, sentencias condicionales entre otras características.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
 <head>
 </head>
 <body>
   <p>Dia y hora actual: {{fechahora\_actual}}</p>
   {%< for cantante in evento.artistas.all %}
   <p>{{cantante.name}}</p>
    </div>
   {% endfor %}
   {% block info %}{% endblock %}
 </body>
</html>
```

Fragmento de Código 3.13: Ejemplo de plantilla.

El lenguaje de plantillas define los siguientes modos de acceso a la información:

- El contenido entre *{{ }}* muestra el valor de una variable Python en la plantilla.
- El contenido entre *{ % %}* hace referencia a las etiquetas del lenguaje de plantilla.
- Se puede definir bloques por medio de las etiquetas *{ % block nameseccion %}* y *{ % endblock %}*, que se utilizan al establecer herencia entre las plantillas.

La versión 1.9 de este entorno se utiliza para desarrollar la práctica *Sitio Web de una tienda*.

3.8. WebRTC

WebRTC es una tecnología que permite establecer comunicación entre (navegadores) e intercambiar audio, vídeos y archivos. Para construir una aplicación de este tipo desde cero, seria necesario una gran cantidad bibliotecas que se ocupan de problemas típicos como la pérdida de datos, caída de conexiones y atravesar NATs pero WebRTC [14] incorpora de forma nativa las soluciones a estos problemas que se detallan a continuación.

Servidor Señalización

Para conectarse con otro usuario es necesario saber la dirección IP de su dispositivo. Tan pronto como los dispositivos saben encontrarse a través de Internet, comienza el intercambio de datos sobre qué protocolos y códecs soporta cada dispositivo. Este proceso recibe el nombre señalización que sigue el esquema de la figura 3.9 explicado a continuación.

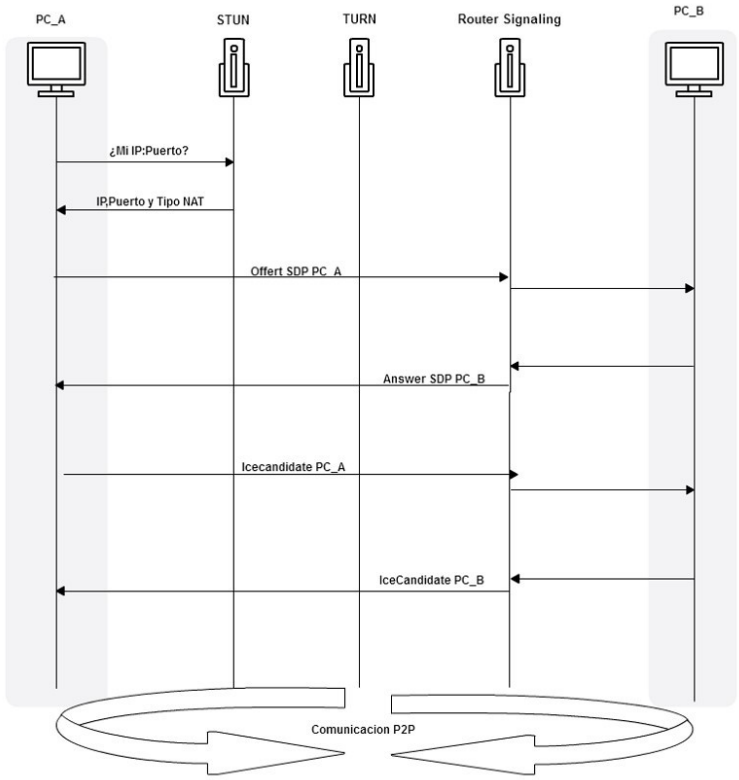


Figura 3.9: Proceso del Servidor Señalización.

1. Crea una lista de candidatos potenciales para una conexión entre iguales.
2. El usuario o una aplicación selecciona un usuario con el que establecer una conexión enviando un mensaje que contiene la descripción de la sesión de comunicación (SDP). Este proceso recibe el nombre de Oferta.
3. La capa de señalización notifica el mensaje al otro usuario.
4. Al recibir la oferta el usuario contrario genera un mensaje con su descripción de sesión. Este proceso recibe el nombre de Respuesta.
5. Ambos usuarios guardan el mensaje SDP dentro de su objeto `RTCPeerConnection` como una descripción de sesión remota.
6. Además ambos usuarios intercambian información de ubicación por medio de los ICECandidate.
7. Finalmente la conexión se establece con éxito o falla.

La especificación de WebRTC no define ningún estándar sobre el intercambio de información, así que se puede utilizar cualquier protocolo o tecnología en el diseño

de la etapa de señalización. En las siguiente sección explicamos los protocolos que a día de hoy se utilizan con mayor afluencia.

Conexión entre pares

SDP

SDP (Session Description Protocol) es una parte importante del WebRTC. Se trata de un protocolo utilizado para describir las sesiones de comunicación que no entrega los datos de los medios sino que se utiliza para la negociación de codecs de audio y vídeo, topologías de red y otra información de los dispositivos. Se puede definir SDP como una cadena de datos que contiene conjuntos de pares clave-valor, separados por saltos de línea: `Key = value` como se puede ver en la figura 3.10.

```
descripcion de la sesion                                                    localhost:…:320:4
v=0                                                                         localhost:…:321:4
o=mozilla...THIS_IS_SDPARTA-46.0.1 4867651871611090737 0 IN IP4 0.0.0.0
s=-
t=0 0
a=fingerprint:sha-256
22:F9:81:E5:8D:1F:8A:FF:D7:11:17:79:9F:8A:A9:7A:C3:E6:33:9B:BE:3C:30:41:40:EF:5A:7D:3E:7D:CE:A6
a=group:BUNDLE sdparta_0 sdparta_1
a=ice-options:trickle
a=msid-semantic:WMS *
m=video 9 UDP/TLS/RTP/SAVPF 120 126 97
c=IN IP4 0.0.0.0
a=sendrecv
a=fmtp:126 profile-level-id=42e01f;level-asymmetry-allowed=1;packetization-mode=1
a=fmtp:97 profile-level-id=42e01f;level-asymmetry-allowed=1
a=fmtp:120 max-fs=12288;max-fr=60
a=ice-pwd:2a534092af4f34a5ba94da255ee4984f
a=ice-ufrag:d2d5c9ac
a=mid:sdparta_0
a=msid:{c0db156c-5c3d-44b1-a42e-2d757d297b92} {7a01e077-b75f-4b77-93ff-6d5ea8d20e2b}
a=rtcp-fb:120 nack
a=rtcp-fb:120 nack pli
a=rtcp-fb:120 ccm fir
a=rtcp-fb:126 nack
a=rtcp-fb:126 nack pli
a=rtcp-fb:126 ccm fir
a=rtcp-fb:97 nack
a=rtcp-fb:97 nack pli
a=rtcp-fb:97 ccm fir
a=rtcp-mux
a=rtpmap:120 VP8/90000
a=rtpmap:126 H264/90000
a=rtpmap:97 H264/90000
a=setup:actpass
a=ssrc:3704999849 cname:{a79cf374-f9bd-4378-9226-3d0f54982415}
m=application 9 DTLS/SCTP 5000
c=IN IP4 0.0.0.0
a=sendrecv
a=ice-pwd:2a534092af4f34a5ba94da255ee4984f
a=ice-ufrag:d2d5c9ac
a=mid:sdparta_1
a=sctpmap:5000 webrtc-datachannel 256
a=setup:actpass
a=ssrc:2709130962 cname:{a79cf374-f9bd-4378-9226-3d0f54982415}
```

Figura 3.10: Ejemplo Protocolo SDP.

Este protocolo es la primera parte de la conexión entre pares ya que dicha in-

formación se tiene que intercambiar por medio del canal de señalización para finalmente establecer la conexión.

STUN

STUN (Session Traversal Utilities for NAT) es un protocolo de red de tipo cliente/servidor que permite a clientes conocer su dirección IP pública y el tipo de NAT sobre el que se encuentran. Esta información es usada para configurar una comunicación entre pares que se encuentren detrás *router* NAT.

STUN es usado principalmente por teléfonos o software VoIP. Un cliente envía una petición a un servidor STUN. El servidor STUN informa entonces al cliente de la IP pública y qué puerto ha sido abierto por NAT para el tráfico entrante a la red del cliente, como se puede ver en la figura 3.11.

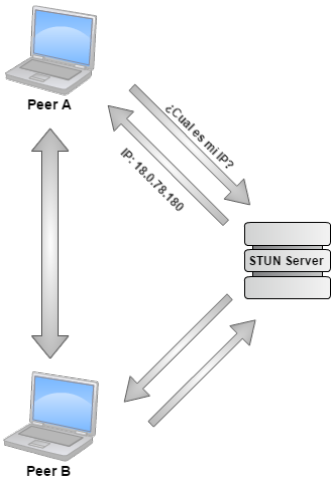


Figura 3.11: Ejemplo petición-respuesta STUN.

Una vez el cliente ha descubierto su dirección pública, puede comunicar ésta a sus pares. STUN es útil como complemento a protocolos basado en SDP como SIP que utiliza paquetes UDP para la señalización de tráfico de sonido, vídeo y texto sobre Internet, pero no permite establecer la comunicación cuando los extremos se encuentran detrás de NATs.

TURN

En ocasiones hay cortafuegos que no permite ningún tráfico basado en STUN entre pares. En estas situaciones, es necesario utilizar un nodo intermedio que actúa como distribuidor por lo que se utiliza TURN (Traversal Using Relays around NAT)

TURN permite encontrar el camino más eficaz para comunicarse con otros clientes y en caso de no encontrarse ningún camino directo retransmitir los flujos de voz y datos, como se puede ver en la figura 3.12.

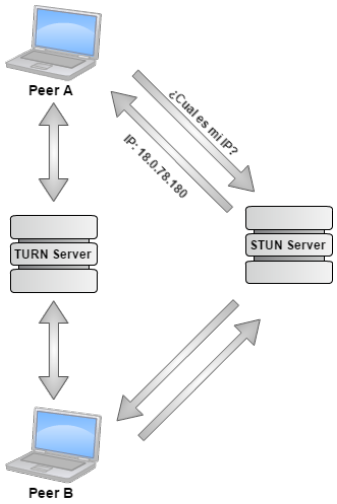


Figura 3.12: Ejemplo petición-respuesta TURN.

ICE

ICE (Interactive Connectivity Establishment) es el mecanismo que utiliza WebRTC para obtener información sobre la red de cada uno de los pares que intervienen en una comunicación WebRTC apoyándose en STUN y TURN. ICE encuentra y prueba en orden un rango de direcciones que funcionarán para ambos usuarios. Al empezar no sabe nada sobre la red de cada usuario por lo que a través de un conjunto de etapas de forma incremental descubre cómo se configura la red de cada cliente. La tarea principal es encontrar suficiente información de cada red para poder tener éxito en la conexión.

Envío de datos multimedia entre los pares

SCTP

SCTP (Stream Control Tranmission Protocol) es un protocolo para el control de transmisión que funciona a la altura de la capa de aplicación. Fue definido por el grupo SIGTRAN de IETF en el año 2000. Este protocolo posee características similares a UDP y TCP, pero además reúne otras características y otras funcionalidades prácticas como las que se mencionan a continuación:

- Existen dos modos de transporte: fiable y no fiable.
- La capa de transporte está protegida
- Cuando se transportan mensajes de datos, se permite que se descompongan y vuelvan a montarse en el otro lado.
- El control del flujo y la congestión se proporciona a través de la capa de transporte.

Por lo que SCTP es una alternativa a los protocolos de transporte TCP y UDP pues provee confiabilidad, control de flujo y secuenciación como TCP. Sin embargo, SCTP opcionalmente permite el envío de mensajes fuera de orden y a diferencia de TCP, SCTP es un protocolo orientado al mensaje (similar al envío de datagramas UDP). Este protocolo se emplea al crear un objeto `RTCDataChannel` en la conexión WebRTC, a través del cual se crea un canal de comunicación bidireccional para enviar datos (blob) entre pares.

Una vez descrito el establecimiento de conexión entre pares WebRTC y el envío de datos multimedia entre ambos se pasa a describir los tres interfaces de programación que ofrece WebRTC para integrar su tecnología en aplicaciones web concretas.

API GetUserMedia

Es una API diseñada para acceder fácilmente a los flujos de datos de las cámaras y micrófonos desde el navegador web. El método `getUserMedia()` es la forma principal para acceder al flujo de datos de los dispositivos.

Método

1. `navigator.getUserMedia(constraints, successCallback, errorCallback)`: Pide al usuario permiso para usar los dispositivo multimedia como una cámara o micrófono definidos en el objeto `constraints`. Si el usuario concede este permiso, el `successCallback` es invocado en caso contrario se invoca `errorCallback`.

Características

1. Un flujo de *stream* en tiempo real está representado por un objeto *stream* en forma de vídeo o audio.
2. Proporciona un nivel de seguridad ya que pide permiso a los usuarios humanos acceso a los elementos multimedia locales.

API RTCPeerConection

RTCPeerConection es el núcleo de la conexión peer-to-peer entre cada uno de los navegadores. Para crear el objeto `RTCPeerConnection` se realiza la siguiente llamada.

```
var pc = new RTCPeerConnection(config);
```

Fragmento de Código 3.14: Instancia RTCPeerConnection.

Donde el argumento `config` contiene al menos la clave, iceServers, que es una matriz de objetos URL que contiene información sobre los servidores STUN y TURN utilizados durante la búsqueda de los candidatos ICE.

Propiedades

1. `RTCPeerConnection.localDescription(read only)`: Devuelve un objeto RTCSessionDescription que describe la sesión local.
2. `RTCPeerConnection.remoteDescription(read only)`: Devuelve un objeto RTCSessionDescription que describe la sesión remota.

Controladores de eventos

1. `RTCPeerConnection.onaddstream`: Se activa cada vez que se añade un objeto MediaStream por el par remoto.
2. `RTCPeerConnection.ondatachannel`: Se activa cuando se incluye el canal de datos en el par remoto.
3. `RTCPeerConnection.onicecandidate`: Se activa cuando se agrega un objeto RTCIceCandidate.
4. `RTCPeerConnection.onremovestream`: Se activa cuando se quita un objeto MediaStream de la conexión.

Métodos

1. `RTCPeerConnection()`: Devuelve un nuevo objeto `RTCPeerConnection`.
2. `RTCPeerConnection.createOffert(HandlerOffert,HandlerError, Options)`: Crea una solicitud de oferta para encontrar un peer remoto. Los dos primeros parámetros de este método son los retornos de la función de éxito y error. El tercer parámetro es opcional.
3. `RTCPeerConnection.createAnswer(HandlerAnswer,HandlerError, Options)`: Crea una respuesta a la oferta recibida por el peer remoto durante el proceso de negociación (oferta/respuesta). Los dos primeros parámetros de este método son los retornos de la función de éxito y error. El tercer parámetro es opcional.
4. `RTCPeerConnection.setLocalDescription()`: Cambia la descripción de la conexión local. El método toma tres parámetros, el objeto RTCSessionDescription y los retornos de la función de éxito y fallo.
5. `RTCPeerConnection.setRemoteDescription()`: Cambia la descripción de la conexión remota. El método toma tres parámetros, el objeto RTCSessionDescription y los retornos de la función de éxito y fallo.
6. `RTCPeerConnection.addStream()`: Añade un objeto MediaStream como una fuente local de vídeo o audio.
7. `RTCPeerConnection.addIceCandidate()`: proporciona un candidato remoto al agente ICE.

8. `RTCPeerConnection.createDataChannel()`: crea un nuevo objeto RTCDataChannel.
9. `RTCPeerConnection.close()`: finaliza la conexión.

API RTCDataChannel

WebRTC no sólo permite transferir secuencias de audio y vídeo, sino también datos genéricos de modo eficiente y bidireccional por medio del objeto `RTCDataChannel`.

Propiedades

1. `RTCDataChannel.label(read only)`: Devuelve el nombre del canal de datos.
2. `RTCDataChannel.protocol(read only)`: Devuelve una cadena con el nombre de subprotocolo utilizado para este canal.
3. `RTCDataChannel.label(read only)`: Devuelve el estado de la conexión. Los posibles valores:
   - connecting: Indica que la conexión aún no está activa.
   - open: Indica que la conexión se está ejecutando
   - connecting: Indica que la conexión no se pudo establecer o se ha cerrado

Controladores de eventos

1. `RTCDataChannel.onopen`: Se activa cuando se ha establecido la conexión de datos.
2. `RTCDataChannel.onmessage`: Se activa cuando está disponible un mensaje en el canal de datos.
3. `RTCDataChannel.onclose`: Se activa cuando la conexión se ha cerrado.
4. `RTCDataChannel.onerror`: Se activa cuando se produce un fallo.

Métodos

1. `RTCDataChannel.close()`: Cierra el canal de datos.
2. `RTCDataChannel.send()`: Envía los datos pasados como parámetro a través del canal. Los datos pueden ser blob, cadenas de texto, un ArrayBuffer o un ArrayBufferView.

Se utiliza la versión 1.0 en el desarrollo de la practica de Videoconferencia con WebRTC.

3.9. Web Services

Es un estándar de comunicación entre procesos diseñado para ser multiplataforma y multilenguaje, es decir, no importa el lenguaje ni plataforma donde se ejecute el *Web Services* [22]. Antiguamente se utilizaban estándares como DCOM *(Distrinuted Component Object Model)* y CORBA (Common Object Request Broker Architecture). Estos estándares presentaban graves problemas de configuración en entornos con cortafuegos ya que era imposible habilitar cierto puertos seguridad. Por lo que se prefería utilizar el puerto 80 de *HTTP*, que normalmente se encontraba habilitado debido al uso de navegadores y servidores Web. De esta forma HTPP se convirtió en el protocolo preferido para el transporte de mensajes de los *Web Services*.

Características

1. **Combinación:** Las operaciones de un servicio web pueden utilizar otros servicios web para sus operaciones.
2. **Patrones de comunicación**
   - **Petición-respuesta síncrona:** Invocamos al servicio y esperamos la respuesta a la petición.
   - **Comunicación asíncrona:** Se envía la petición y se continúa la ejecución.
   - **Mediante eventos:** El cliente se suscribe a eventos ofrecidos por el servicio.
3. **Desacoplamiento:** Se refiere a minimizar las dependencias entre los servicios para ofrecer una mayor flexibilidad en la arquitectura.
4. **Representación de mensajes**
   - **Textual:** SOAP representa los servicios y los mensajes en XML.
   - **Binario:** Los datos ocupan menos espacio aunque son ilegibles.
5. **Referencia y activación del servicio:** Los servicios se referencian generalmente mediante una URL, que se conoce como punto final. El servicio Web puede ejecutarse en la máquina de punto final, o en servidores secundarios.
6. **Transparencia:** Protege al programador de los detalles de la representación de los datos y asemeja una petición local a una remota.

Tipos de WebServices

SOAP [23] (Simple Object Access Protocol) es el protocolo base de los Web Services. Este protocolo esta basado en XML y no se encuentra atado a ninguna plataforma o lenguaje de programación. Si bien es un protocolo, este no es un protocolo de comunicación entre mensajes como lo es HTTP. Básicamente SOAP son documentos XML que necesitan utilizar algún otro protocolo para la ser transmitidos como

puede ser HTTP o cualquier otro tipo de protocolo. Consta de tres componentes principales:

1. **WSDL:** lenguaje de descripción del servicio.
2. **HTTP/SMTP:** protocolo de comunicación.
3. **XML:** lenguaje de peticiones y respuestas.

REST(Representational State Transfer) intentan emular al protocolo HTTP o protocolos similares mediante la restricción de establecer el interfaz en un conjunto conocido de operaciones estándar (por ejemplo GET, PUT,...). Este estilo se centra más en interactuar con recursos con estado que con mensajes y operaciones.

Cabe destacar que REST no es un estándar, ya que es tan solo un estilo de arquitectura. Aunque REST no es un estándar, está basado en estándares:

- HTTP
- URL
- Representación de los recursos: XML/HTML/GIF/JPEG/...
- Tipos MIME: text/xml, text/html, ...

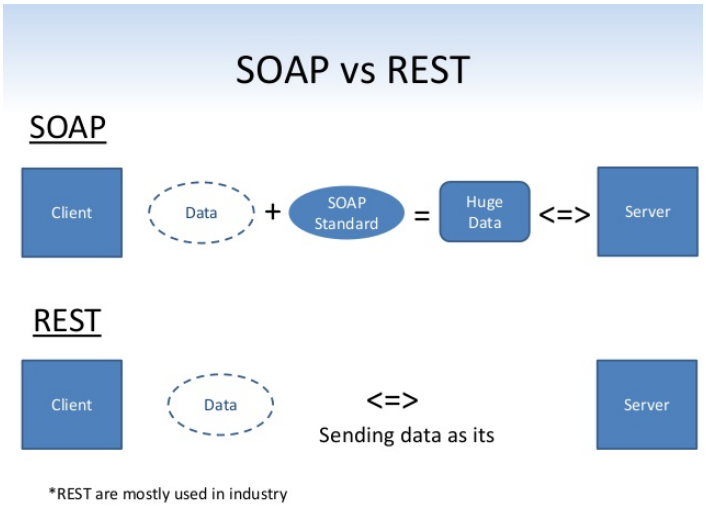


Figura 3.13: Comparativa Soap-Rest.

3.9.1. WebServices Google Maps

En el desarrollo de la práctica *Sitio Web de una tienda* se ha usado el WebServices de Google Maps [4] que sigue la estructura REST. Consta de un conjunto de interfaces HTTP que proporcionan datos geográficos para aplicaciones que utilizan mapas. Antes de establecer la comunicación con el WebService es necesario obtener una clave [5] asociado a la aplicación que implementa las peticiones. De los numerosos servicios de los que se dispone nos centramos en utilizar dos.

1. **Geocode** [6]**:** permite conocer las coordenadas geograficas de un lugar a partir del nombre. La petición se realiza a la URL definida en la que se incluye el formato de los datos(json o xml), el dato que se envía y la clave asociada a la aplicación.

```
https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?address=
   Madrid&key=YOUR_API_KEY
```

Fragmento de Código 3.15: Petición Geocode WS GoogleMaps.

2. **Place** [7]**:** permite obtener información asociada a un servicio (hoteles,restaurantes,...) tomando como punto de referencia una coordenada geográfica. La petición se realiza a la URL definida en la que se incluye el formato de los datos(json o xml),el dato que se envía y la clave asociada a la aplicación.

```
https://maps.googleapis.com/maps/api/place/nearbysearch/json?
   location=-33.8670,151.1957&radius=500&types=food&key=
   YOUR_API_KEY
```

Fragmento de Código 3.16: Petición Place WS GoogleMaps.

[4]Descripción WebServices: https://developers.google.com/maps/web-services/overview
[5]https://developers.google.com/maps/documentation/geocode/get-api-key
[6]Descripción API Geocode :https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/
[7]Descripción API Place :https://developers.google.com/places/web-service/search

Capítulo 4

Comecocos Web

La primera practica se centra en JavaScript haciendo énfasis en una aplicación web con mucho peso en el lado cliente. Se realiza la manipulación del DOM, gráficos 2D a través del elemento canvas e incorporar fuentes de audio a través del elemento audio.

4.1. Enunciado

En la actualidad gracias a las novedades introducidas en la Web han aumentado los juegos desarrollados sin la necesidad de puglins o software de terceros para su ejecución. Por ello en esta primera practica se pide desarrollar un juego con herramientas nativas de la web. Dentro de las varias opciones existentes el juego seleccionado es Pac-Man(comecocos).

Figura 4.1: Aspecto clásico Pacman.

Requisitos Se presenta los distintos elementos que forman parte del juego y la función que deben desarrollar.

1. **Escenario:** Contiene todos los elementos estáticos del juego con los que interactúa Pacman, como pueden ser los obstáculos, el contorno del escenario que no pueden ser sobrepasados y los cocos que es la comida de Pacman. Además, informará al usuario del tiempo y puntos a medida que progrese la partida.

2. **Pacman:** Se trata del personaje principal del juego que controle el usuario mediante el teclado.

3. **Fantasmas:** Son los enemigos que persiguen a Pacman durante la partida. En total serán 3 fantasmas[1] que a diferencia de Pacman no interactúan con los elementos del juego ya que basan su comportamiento en la posición de Pacman, esto es conocido como modo de persecución por lo es necesario aplicar un algoritmo básico de Inteligencia Artificial.

Tecnologías Sera necesario emplear las etiquetas canvas (contexto 2D) y audio además de la API LocalStorage de HTML5, JavaScript e inteligencia artificial en juegos.

4.2. Diseño de una solución

Tras definir los requisitos que tiene que cubrir la práctica se pasa a diseñar el esquema que se empleara en el desarrollo de la aplicación. El peso del desarrollo recae sobre JavaScript por lo que se generan tres objetos. GameArea se encargará de presentar el escenario del juego, Pacman es el protagonista del juego y el objeto Ghost que representa a los enemigos de Pacman por lo que se crearan varias instancias.

El diseño de la figura 4.2 muestra que el esquema selecciona se ejecuta por medio de un evento *timer* cada 100ms. Dentro del bucle que genera el *timer* se crea el escenario juego, se valida si se ha pulsado el teclado para actualizar la posición de Pacman y en el caso que corresponda la posición de los fantasmas que estén activos. Además, verifica las posibles colisiones entre Pacman con los elementos del juego, fantasmas y cocos en cuyo caso se actualiza el marcador del jugador. El *timer* se desactiva cuando Pacman ha sido capturado o no existen más cocos en el juego.

4.3. Desarrollo área de juego

Este objeto es el encargado de generar y dibujar los elementos del juego. El objeto inicializa una serie de variables que hacen referencia a dichos elementos.

[1] fuente:
`http://gameinternals.com/post/2072558330/understanding-pac-man-ghost-behavior`

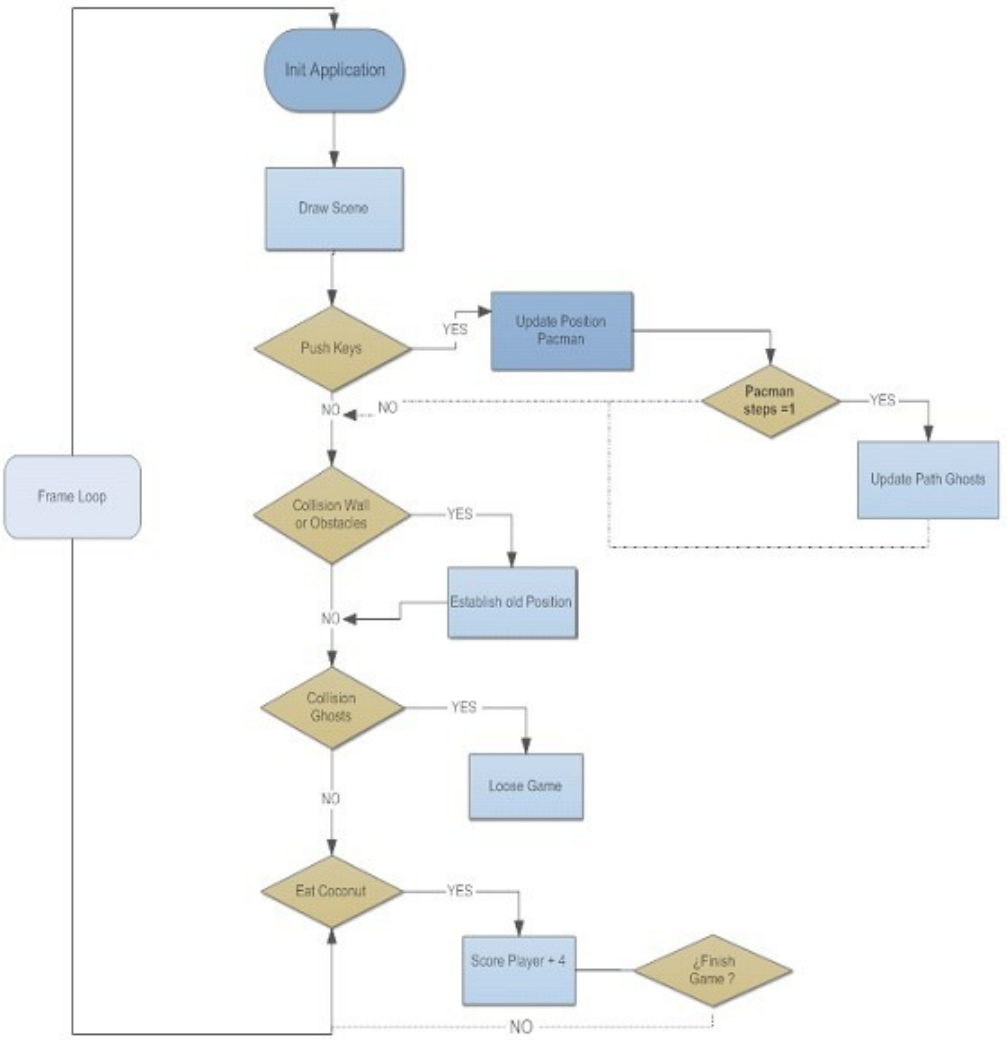


Figura 4.2: Diseño solución comecocos web.

```
value_cuad : 40,
filas:19,
columnas:18,
canvas : document.createElement("canvas"),
image :new Image(),
img_loose : new Image(),
img_win : new Image(),
/* time */
seconds : 0,
min : 0,
horas :0,
time : '00'+':'+'00'+':'+'00',
```

```
  state : 0,
  score :0,
  start_crono : false,
  lifePlayer : 1,
  shape_1 : [...
  ],
  shape_2 : [...
  ],
  list_cocos : [...
  ],
  list_obstaculos : [...
  ],
  var map: [...
  ]
```

Fragmento de Código 4.1: Iniciación de variables del Obj.Game

Hay que mencionar que la variable `map` es una matriz bidimensional que representa el escenario de juego como un mapa donde poder aplicar la IA. Sus valores son 1 para indicar sitios donde no existen obstáculos, es decir, transitables por los personajes mientras que los valores 0 indican obstáculos o paredes. Además, de la creación de las variables es necesario dotar al objeto de una serie de funciones que permitan dibujar los elementos.

Instancia de canvas

Inicializa el tamaño del lienzo y obtiene el contexto de `canvas` para poder dibujar los elementos dentro de él. Además, obtenemos la referencia a las imágenes y fuentes de audio que vamos a utilizar.

```
start : function() {
  this.img_loose.src ='game_over.jpeg';
  this.img_win.src = 'game_win.jpg';
  this.image.src = 'pacman_fruit.png';
  this.canvas.width = this.value_cuad*this.filas;
  this.canvas.height = this.value_cuad*(this.columnas+4);
  this.context = this.canvas.getContext("2d");
  document.body.insertBefore(this.canvas,
  document.body.childNodes[2]);
  this.AudioGame =  document.getElementById('musica');
  this.AudioDied = document.getElementById('hitPacman');
  this.AudioEat = document.getElementById('eating');
},
```

Fragmento de Código 4.2: función start del Obj.Game.

Escenario y elementos

La función `shape_scene` dibuja el escenario del juego por medio de un array que contiene los comandos que se necesitan ejecutar.

```
shape_scene : function(shape){
  this.context.save();
  this.context.beginPath();
  for (var i = 0; i < shape.length; i++) {
   var elemento = shape[i];
   for (var propiedad in elemento){
    var x = elemento[propiedad];
    if(x.moveTo){
     this.context.moveTo(this.value_cuad*x.moveTo[0],
       this.value_cuad*x.moveTo[1]);
    }else if(x.lineTo){
     this.context.lineTo(x.lineTo[0]*this.value_cuad,
       this.value_cuad*x.lineTo[1]);
     }
    }
   }
   this.context.strokeStyle = 'blue';
   this.context.lineWidth = 2;
   this.context.stroke();
   this.context.restore();
   },
},
```

Fragmento de Código 4.3: Función shape_scene del Obj.Game.

Para dibujar los obstáculos definimos la función `draw_obstacles` que lee el contenido de la variable `list_obstaculos`. Cada elemento está formado por las coordenadas y dimensiones del rectángulo que a su vez se multiplican por el tamaño que tiene cada cuadro del escenario.

```
draw_obstacles : function(){
   for(var i=0;i<this.list_obstaculos.length;i++){
    var elemento = this.list_obstaculos[i];
     this.context.fillRect(elemento.x*value_cuad,elemento.y*
        value_cuad,
       elemento.width*value_cuad,elemento.height*value_cuad);
   }
},
```

Fragmento de Código 4.4: Función draw_obstacles del Obj.Game.

Los últimos elementos son los cocos que por medio de la función `draw_doits` se dibujan. La función lee el contenido de la variable `list_cocos`, donde cada elemento tiene la misma estructura que los elementos de la variable `list_obstaculos` pero ahora se dibuja una circunferencia.

```
draw_doits : function(){
  if(this.list_cocos.length > 0){
   for(var i=0;i<this.list_cocos.length;i++){
    var elemento = this.list_cocos[i];
    this.context.fillStyle = 'white';
    this.context.beginPath();
    this.context.arc((elemento.x*40)+20,(elemento.y*40)+20,
       elemento.radio,0,(Math.PI/180),true);
    this.context.fill();
   }
}
},
```

Fragmento de Código 4.5: Función draw_doits del Obj.Game.

La figura 4.3 es un ejemplo del aspecto que tiene el escenario tras utilizar las funciones descritas.

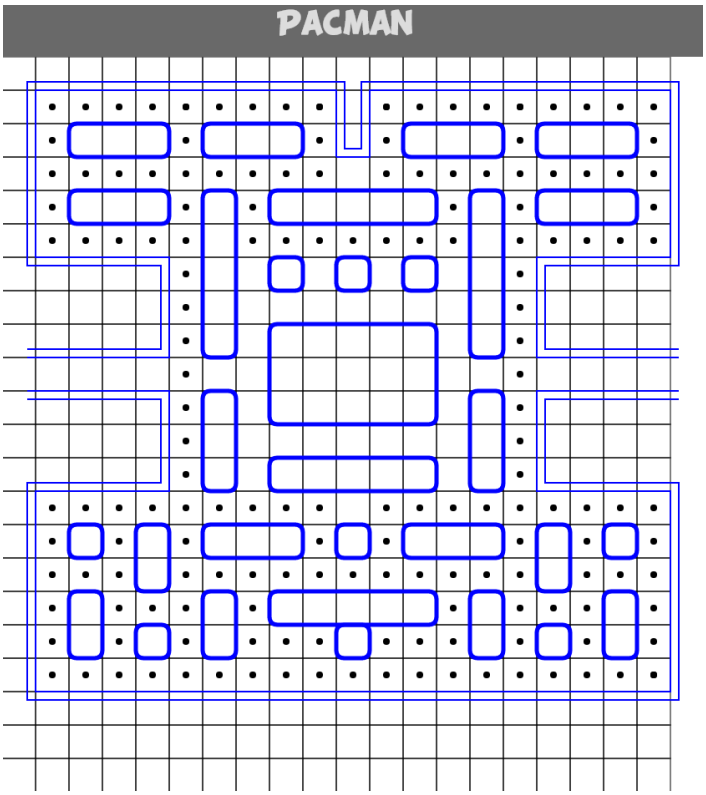


Figura 4.3: Apariencia elementos del juego.

Información de la partida

Otra característica que presenta el objeto es mostrar información sobre el estado de la partida.

Cronometro

La función `time_game` se encarga de dibujar el cronometro del juego. Para ello dibuja el valor que contiene la variable `time`. El valor de esta variable se actualiza por medio de la función `CronoTime` que está vinculada a un evento *timer* que se ejecuta cada segundo.

```
time_game:function(){
  this.context.save();
  this.context.font = "30px BDCartoonShoutRegular";
  roundedRect(this.context,8*40,20*40,5*40,1*40,10);
  this.context.fillStyle = "#00FA9A";
  this.context.fillText(this.time,8.75*40,20.80*40);
  this.context.restore();
},
```

Fragmento de Código 4.6: Función time_game del Obj.Game.

Puntuación y vidas

La función `score_user` utiliza la información de variable `score` para informar el marcador del usuario. El objeto Pacman se encarga de actualizar el valor de esta variable cuando coma un coco.

```
score_user : function(){
  this.context.save();
  this.context.fillStyle = "white";
  this.context.font = "30px BDCartoonShoutRegular";
  this.context.fillText('score: '+this.score,1*40,20*40);
  this.context.restore();
},
```

Fragmento de Código 4.7: Función score_user del Obj.Game.

Por último, la función `life_user` se encarga de dibujar el contenido de la variable `life` para la información el número de vidas del usuario.

```
life_user : function(){
  this.context.save();
  this.context.fillStyle = "white";
  this.context.font = "30px BDCartoonShoutRegular";
  this.context.fillText('life: '+this.life,1*40,21*40);
  this.context.restore();
},
```

Fragmento de Código 4.8: Función life_user del Obj.Game.

En la figura 4.4 es un ejemplo del aspecto que tiene el escenario tras utilizar las funciones descritas.

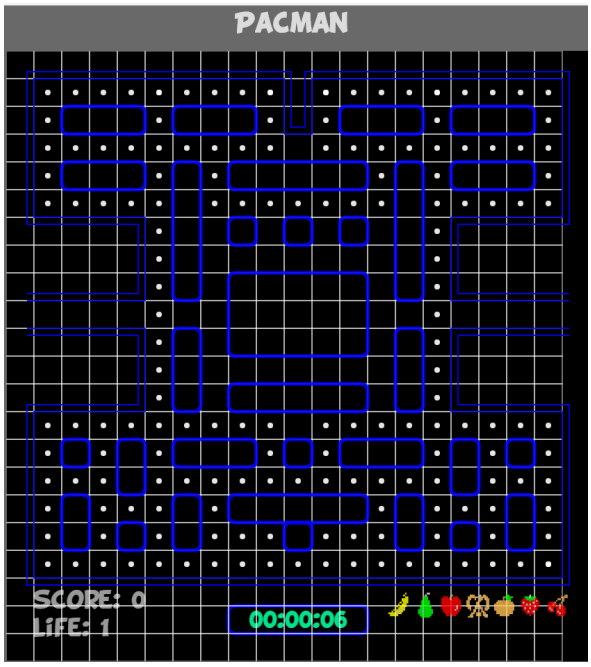


Figura 4.4: Apariencia información del juego.

Fin de Partida

La partida puede terminar cuando Pacman ha logrado comer todos los cocos del escenario lo que produce la ejecución de la función `win_game` que carga una imagen indicando al usuario que ha ganado y permite guardar la información de la partida a través de la función `PosMouseClick`.

```
win_game : function(){
  var finish = false;
  if(this.list_cocos == 0){
    this.context.globalAlpha = 0.9;
    this.context.save();
    this.context.drawImage(this.img_win,0,0,
      this.canvas.width,this.canvas.height);
    roundedRect(this.context,this.canvas.width/2-(4*40),13*40,
      8*40,1.5*40,10);
    this.context.fillStyle = "#00FA9A";
    this.context.font = "30px BDCartoonShoutRegular";
```

```
    this.context.fillText('Save Score',
      this.canvas.width/2-(2.5*40),14*40);
    this.context.restore();
    finish = true;
   }
  return finish
},
```

Fragmento de Código 4.9: Función win_game del Obj.Game.

Otra forma de terminar la partida se produce cuando los fantasmas capturan a Pacman. Esto provoca la ejecución de la función `lose_game` que carga una imagen indicando al usuario que ha perdido.

```
lose_game : function(){
  this.context.save();
  this.context.globalAlpha = 0.6;
  this.context.drawImage(this.img_loose,0,0,
    this.canvas.width,this.canvas.height);
  this.context.restore();
},
```

Fragmento de Código 4.10: Función lose_game del Obj.Game.

Movimiento

Para dotar de movimiento al juego la función `updateGameArea` se vincula a un evento *timer* que se ejecuta cada 100ms provocando la ilusión de movimiento. Dentro de la función conviven los tres objetos (GameArea, Pacman y Fantasma) haciendo usos de sus funciones para comprobar y actualizar su contenido al igual que para dibujarse.

```
function updateGameArea(){
  /**  GameArea **/
  GameArea.clear();
  GameArea.AudioGame.play();
  GameArea.time_game();
  GameArea.score_user();
  GameArea.life_user();
  GameArea.shape_scene();
  GameArea.draw_doits(list_cocos);
  GameArea.draw_obstacles(list_obstaculos);
  GameArea.draw_fruit();
  /** Objeto Fantasma **/
  /** Objeto Pacman Movimiento canvas y colisiones **/
  if(!Pac.move){
   GameArea.AudioGame.pause();
   GameArea.context.globalAlpha = 0.9;
```

```
    GameArea.context.save();
    GameArea.lose_game();
    GameArea.context.restore();
    GameArea.AudioDied.play();
    GameArea.stop();
   }else{
    /** Objeto  Pacman Movimiento mapa y colisiones **/
    }
   }
   /** Objeto Pacman cocos **/
   if(eatPil){
    GameArea.AudioGame.volume=0;
    GameArea.AudioEat.play();
    GameArea.AudioGame.volume=0;
   }
    /** Objeto Pacman dibujar **/
   GameArea.win_game(list_cocos);
   if(list_cocos.length == 0){
    GameArea.stop();
   }
}
```

Fragmento de Código 4.11: Función de renderizado del juego.

4.4. Desarrollo Pacman

Es el protagonista del juego y el usuario interactúa moviéndolo por el escenario de juego. Al crear la instancia de objeto `Pacman(x, y, x_map, y_map)` se le pasa las coordenadas iniciales donde empieza la partida. Además, en su lógica es necesario comprobar diversos factores que afectan a su progreso en el juego que se incorporan dentro de la función `updateGameArea`.

Detectar colisiones

Se tiene que tener en cuenta el entorno del juego con respecto a la posición en la que se encuentra Pacman. Para ello la función `hitt_Counter` evalúa que las coordenadas(x,y) no sobrepasen el contorno del escenario.

```
this.hitt_counter = function(){
  var hitt_counter = false;
   if(this.x < 0 || this.x > GameArea.filas){
    hitt_counter = true;
   }else if(this.y < 0 || this.y > GameArea.columnas){
    hitt_counter = true;
   }
   return hitt_counter;
}
```

Fragmento de Código 4.12: Función hitt_counter del Obj.Pacman.

Otro tipo de colisión se puede producir con los obstáculos, de esto se encarga la función `hitObject`. La función obtiene los vértices de cada objeto y de los de Pacman para comprobar si alguno de los vértices de Pacman se encuentran dentro del área que forman los vértices del objeto lo que indica que existe colisión.

```
this.hitObject = function(list){
  var hitt = false;
  for(var i = 0;i<list.length;i++){
   var obstaculo = list[i];
   var Aobstaculo = {x:obstaculo.x,y:obstaculo.y};
   var Bobstaculo = {x:obstaculo.x+obstaculo.width,
       y:obstaculo.y};
   var Cobstaculo = {x:obstaculo.x,
       y:obstaculo.y+obstaculo.height};
   var Dobstaculo = {x:obstaculo.x+obstaculo.width,
       y:obstaculo.y+obstaculo.height};
   var Apac = {x:this.x,y:this.y};
   var Bpac = {x:this.x+this.width,y:this.y};
   var Cpac = {x:this.x,y:this.y+this.height};
   var Dpac = {x:this.x+this.width,y:this.y+this.height};
   if(Apac.x > Aobstaculo.x  && Apac.x < Bobstaculo.x &&
    Apac.y >  Aobstaculo.y && Apac.y < Cobstaculo.y){
    hitt = true;
    break
   }
   if(Bpac.x  >  Aobstaculo.x  && Bpac.x < Bobstaculo.x &&
    Bpac.y >  Aobstaculo.y && Bpac.y < Cobstaculo.y){
     hitt = true;
     break
   }
   if(Cpac.x >  Aobstaculo.x && Cpac.x < Bobstaculo.x &&
    Cpac.y >  Aobstaculo.y && Cpac.y < Cobstaculo.y){
     hitt = true;
     break
   }
   if(Dpac.x >   Aobstaculo.x && Dpac.x < Bobstaculo.x &&
    Dpac.y  >  Aobstaculo.y && Dpac.y <  Cobstaculo.y){
     hitt= true;
     break
   }
}
if(hitt == true){
  this.move = false;
}
}
```

Fragmento de Código 4.13: Función hitObject del Obj.Pacman.

En la figura 4.5 se muestra la colisión con un objeto impidiendo a Pacman avanzar.

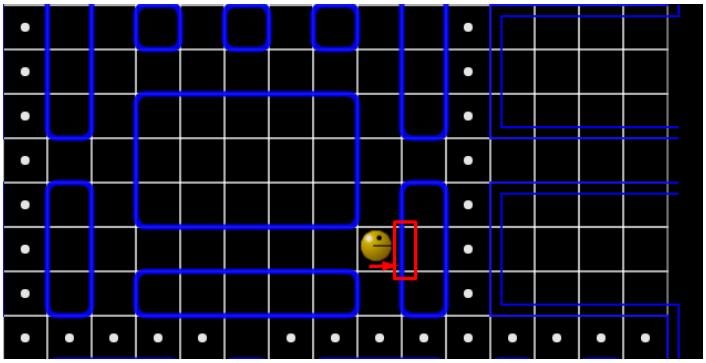


Figura 4.5: Colisión Pacman-Obstáculo.

Comer Cocos

Los cocos se encuentran por todo el escenario por lo que es necesario comprobar si hay colisión con ellos. La función `eat_doit` calcula los vértices de Pacman y evalúa si la posición de cada coco está dentro del área formada por los vértices. En caso afirmativo se elimina este elemento de la variable `list_cocos` para no volverlo a ser dibujado y se actualiza el valor de `GameArea.score`.

```
this.eat_doit = function(list_cocos){
  var eat = false;
  for(var i=0;i<list_cocos.length;i++){
   var coco = list_cocos[i];
   var Apac = {x:this.x,y:this.y};
   var Bpac = {x:this.x+this.width,y:this.y};
   var Cpac = {x:this.x,y:this.y+this.height};
   var Dpac = {x:this.x+this.width,y:this.y+this.height};
    if (coco.x+0.5 > Apac.x && coco.x+0.5 < Bpac.x &&
      coco.y+0.5 > Apac.y && coco.y+0.5 < Cpac.y ){
      list_cocos.splice(i,1);
      eat = true
      GameArea.score = GameArea.score +4 ;
      break;
    }
   }
   return eat;
}
```

Fragmento de Código 4.14: Función eat_doit del Obj.Pacman.

La figura 4.6 es un ejemplo de colisión con un coco lo que provoca que desaparezca.

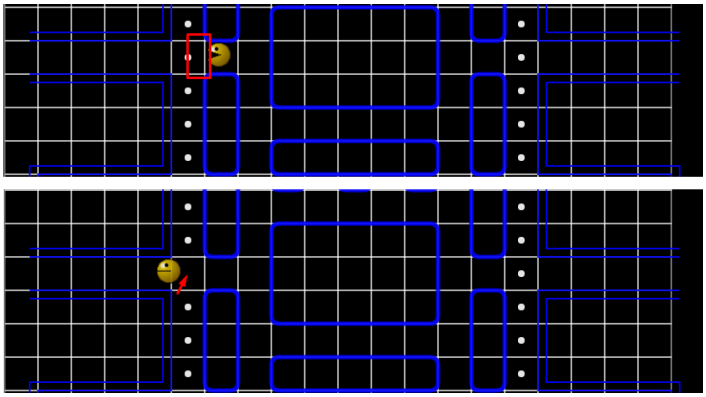


Figura 4.6: Colisión Pacman-Coco.

Interacción movimiento

La función `NextPosPacman` se encarga de gestionar el movimiento de Pacman a través del teclado. Las teclas que permiten el movimiento son las fechas que según su dirección se asigna un valor positivo o negativo de 0.5.

```
function NextPosPacman(e){
if(e.code == 'ArrowDown'){
    Pac.speed_x = 0;
    Pac.speed_y = 0.5;
    Pac.type_move = 'y_pos';
}else if(e.code == 'ArrowUp'){
    Pac.speed_x = 0;
    Pac.speed_y = -0.5;
    Pac.type_move = 'y_neg';

}else if(e.code == 'ArrowRight'){
    Pac.speed_x = 0.5;
    Pac.speed_y = 0;
    Pac.type_move = 'x_pos';
}else if (e.code == 'ArrowLeft'){
    Pac.speed_x = -0.5;
    Pac.speed_y = 0;
    Pac.type_move = 'x_neg';
}
```

Fragmento de Código 4.15: Funcion que evalua los eventos del teclado.

Actualizar posición Canvas

Para actualizar la posición de Pacman en el área de juego se utiliza la función `new_position` que suma los valores de las variables `speed_x` y `speed_y` tras haber pulsado una tecla.

```
this.new_position = function (){
  this.x += this.speed_x;
  this.y += this.speed_y;
}
```

Fragmento de Código 4.16: Función new_position del Obj.Pacman.

Tras esto, la función `add_steps` actualiza el valor de la variable `pasos`, que es un contador que permite saber si Pacman se ha movido a una nueva casilla del mapa de juego.

```
this.add_steps = function(){
  if(this.speed_x != 0 || this.speed_y != 0){
   if(this.type_move == 'y_pos' || this.type_move == "y_neg"){
    this.pasos += this.speed_y;
   }else{
    this.pasos += this.speed_x;
   }
  }
}
```

Fragmento de Código 4.17: Función add_steps del Obj.Pacman.

Actualizar posición Mapa

La función `new_path` actualiza el valor de las variables `x_map` e `y_map` relacionadas con la posición de Pacman en el mapa de juego ya que estos valores serán utilizados por los fantasmas en el modo persecución.

```
this.new_path = function(){
  if(this.x_map < 22 && this.x_map >= 0){
   if(this.y_map < 19 && this.y_map >= 0){
    if(this.type_move == 'y_pos'){
      this.y_map += 1;
    }else if(this.type_move == 'x_pos'){
      this.x_map += 1;
    }else if(this.type_move == 'y_neg'){
      this.y_map -= 1;
    }else{
```

```
      this.x_map -= 1;
    }
    this.pasos = 0;
    this.new_pos = true;
    }
  }
}
```

Fragmento de Código 4.18: Función new_path del Obj.Pacman.

Visualización

La función `draw` dibuja a Pacman a través de la función `drawImagen()` de canvas que carga el trozo de imagen correspondiente al *spreedsheet*. Posee dos estados de dibujo para crear la sensación de animación.

```
this.draw = function(){
  GameArea.context.save();
  if(this.state_draw == 0){
    GameArea.context.drawImage(this.image,320,this.yDraw,32,32
     ,this.x*40,this.y*40,35,35);
    this.state_draw = 1;
  }else{
    GameArea.context.drawImage(this.image,320+32,this.yDraw,
      32,32,this.x*40,this.y*40,35,35);
    this.state_draw = 0;
  }
  GameArea.context.restore();
}
```

Fragmento de Código 4.19: Función draw del Obj.Pacman.

4.5. Desarrollo Fantasmas

Definimos el objeto `Ghost` que contiene la lógica del comportamiento de los fantasmas que forman parte del juego. En el momento de instanciar el objeto `Ghost (x_map, y_map, name, speed, initMoment)` se pasan las coordenadas (x_map,y_map) posición, el nombre, su velocidad y el número de cocos que Pacman tiene que haber comido para salir a perseguirlo. Las distintas funciones del objeto se emplean dentro de la función `updateGameArea`.

Persecución Pacman

La función `init` evalúa si el fantasma tiene que iniciar la persecución, en caso afirmativo lo coloca fuera de la casa de los fantasmas e inicia la persecución.

```
    this.init = function(score){
        if(score == this.initMoment && !this.move){
       this.x_map =11;
       this.y_map =7;
       this.move = true;
        }
  }
```

Fragmento de Código 4.20: Función init del Obj.Ghost.

Actualizar objetivo

La función `new_path` aplica IA a cada uno de fantasmas, por medio del mapa del juego obtiene el camino que cada fantasma tiene que seguir. Para ello tomamos como punto de inicio la posición actual del fantasma y la posición de Pacman formado por las variables `x_map` e `y_map` como punto de destino. A continuación, se explica el modo de persecución de cada fantasma.

- Blinky: Su comportamiento es seguir a Pacman en la misma dirección, entonces el punto de inicio es la posición actual de fantasma y el punto final es la posición actual de Pacman.
- Speedy: Al igual que Blinky persigue a Pacman, pero tiene en cuenta su dirección. En este caso el cálculo se realiza tomando como punto de partida la posición de Speedy y se consulta la dirección de Pacman, al resultado le sumamos/restamos 4 posiciones según corresponda para obtener el punto final.
- Clyde: Tiene dos tipos de comportamientos que dependen de la distancia entre él y Pacman, si dicha distancia es mayor a ocho unidades sigue en modo persecución en caso contrario deja de seguirlo y se aleja de él tomando como nuevo objetivo una de las esquinas.

El resultado de cada operación se guarda en la variable `result` de cada una de las instancias.

```
this.new_path = function(graph,pacman_x,pacman_y,direccion){
  var start = graph.grid[this.x_map][this.y_map];
  if(this.name == 'blinky'){
   var end = graph.grid[pacman_x][pacman_y];
  }else if(this.name == 'speedy'){
   if(pacman_x+4 < 21 && direccion == 'x_pos'){
    pacman_x += 4;
   }else if(pacman_x-4 > 0 && direccion == 'x_neg'){
    pacman_x -= 4;
   }else if(pacman_y+4 < 19 && direccion == 'y_pos'){
    pacman_y += 4;
   }else if(pacman_y-4 > 0 && direccion == 'y_neg'){
```

```
    pacman_y -= 4;
   }
   var end = graph.grid[pacman_x][pacman_y];
  }else if (this.name == 'clyde'){
   var end = graph.grid[pacman_x][pacman_y];
   this.result = astar.search(graph,start,end,false);
   if(this.result.length < 8){
   var end = graph.grid[this.cuad_static.x][this.cuad_static.y];
   }
  }
  this.result = astar.search(graph,start,end,false);
}
```

Fragmento de Código 4.21: Función new_path del Obj.Ghost.

Actualizar posición

Para actualizar la posición de los fantasmas se vincula la función `nexStepGhost` por medio de un evento `timer` de forma que dicha función se ejecute según el valor definido en la variable `speed` de cada fantasma en el momento crear la instancia.

```
function nexStepGhost(ghost){
ghost.flag = 1;
if(ghost.result.length > 0){
  ghost.x = ghost.result[0].x;
  ghost.y = ghost.result[0].y;
  ghost.x_map = ghost.result[0].x;
  ghost.y_map = ghost.result[0].y;
  ghost.result.splice(0,1);
}
ghost.interval = setTimeout(function(){
  nexStepGhost(ghost)
  },ghost.speed);
}
```

Fragmento de Código 4.22: Funcion encargada de actualizar la posición.

Visualización

Para dibujar los fantasmas lo hacemos igual que Pacman, pero al tener diferentes fantasmas por medio del nombre asignado en su creación obtenemos la imagen correspondiente a cada uno.

```
this.draw = function(){
  GameArea.context.save();
   if(this.name == 'blinky'){
    if(this.state_draw == 0){
```

```
    GameArea.context.drawImage(this.image,0,0,32,32,this.x_map
        *40,this.y_map*40,35,35);
   }else{
    GameArea.context.drawImage(this.image,32,0,32,32,this.x_map
        *40,this.y_map*40,35,35);
   }
  }else if(this.name == 'clyde'){
   if(this.state_draw == 0){
    GameArea.context.drawImage(this.image,64,0,32,32,this.x_map
        *40,this.y_map*40,35,35);
   }else{
    GameArea.context.drawImage(this.image,94,0,32,32,this.x_map
        *40,this.y_map*40,35,35);
   }
  }else if(this.name == 'inky'){
   if(this.state_draw == 0){
    GameArea.context.drawImage(this.image,192,0,32,32,this.x_map
        *40,this.y_map*40,35,35);
   }else{
    GameArea.context.drawImage(this.image,222,0,32,32,this.x_map
        *40,this.y_map*40,35,35);
   }
   }else if(this.name == 'speedy'){
    if(this.state_draw == 0){
     GameArea.context.drawImage(this.image,128,0,32,32,this.x_map
         *40,this.y_map*40,35,35);
    }else{
     GameArea.context.drawImage(this.image,160,0,32,32,this.x_map
         *40,this.y_map*40,35,35);
    }
   }
   this.state_draw = ( this.state_draw === 1 ) ? 0 : 1;
   GameArea.context.restore();
  }
```

Fragmento de Código 4.23: Función draw del Obj.Ghost.

La figura 4.7 es un ejemplo del modo persecución de los fantasmas para capturar a Pacman.

4.6. Validación Experimental

Para validar que nuestro desarrollo funciona correctamente se ha subido a la plataforma de Heroku que proporciona una dirección de acceso. A través de un navegador, Chrome en nuestro, accedemos a la url [2] permitiendo el acceso a la aplicación como indica la figura 4.8

[2] https://game-pacman-tfg1.herokuapp.com/

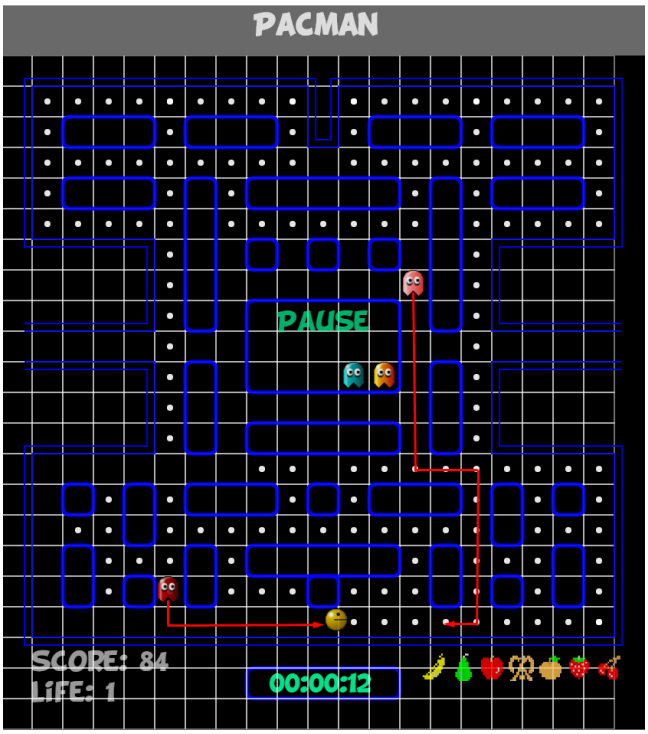


Figura 4.7: Ejemplo comportamiento Fantasmas.

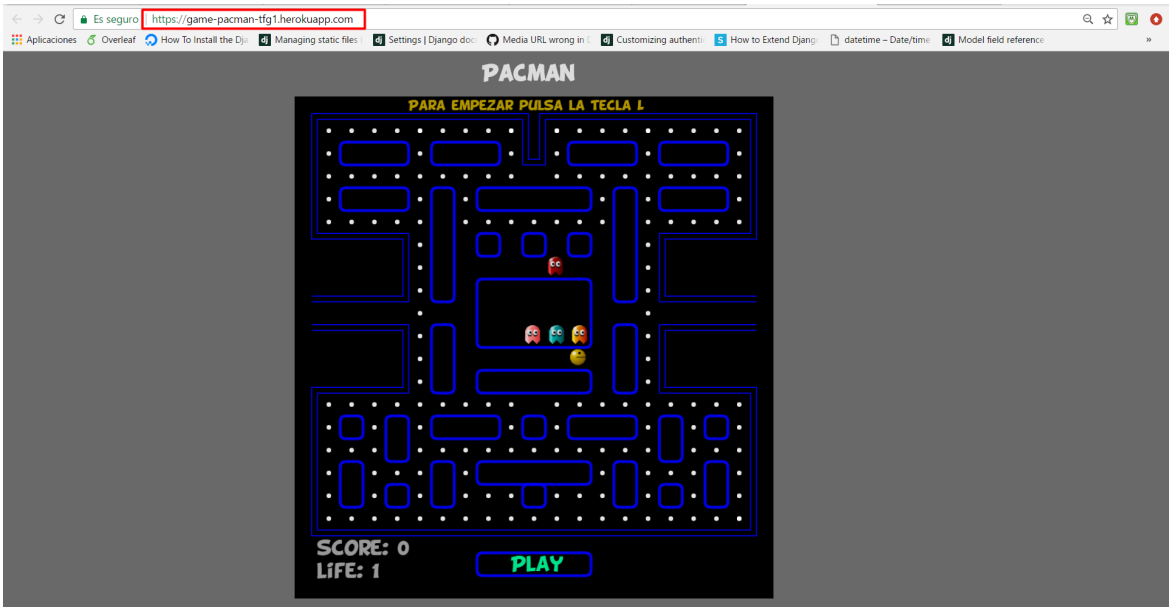


Figura 4.8: Acceso inicio de la aplicación.

Tras esto activamos la aplicación pulsando la tecla L, por lo que los fantasmas empiezan a perseguir a Pacman a medida que lo movemos por medio de las teclas como se puede ver en la figura 4.10.

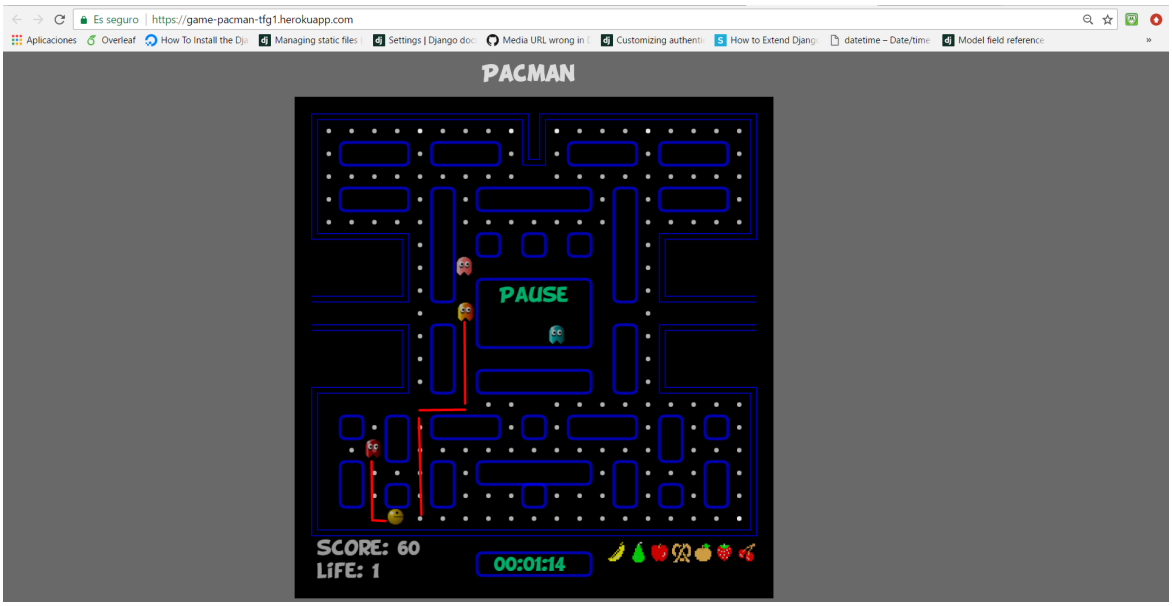


Figura 4.9: Inicio de una partida de la aplicación.

Como ejemplo de que la partida finaliza nos dejamos capturar por uno de los fantasmas por lo que nos indica que hemos perdido la partida como se ve en la figura 4.10

Figura 4.10: Finalización de la partida de la aplicación.

Capítulo 5

Comecocos Web Multijugador

La práctica del capítulo anterior se enfocaba en JavaScript en cliente, el manejo del DOM y del canvas, la práctica de este capítulo hace énfasis en las tecnologías web PUSH, las que permiten al servidor llevar la iniciativa en el diálogo con el cliente como es el caso de Websockets. Se propone una variante del comecocos web convirtiéndolo en multijugador.

5.1. Enunciado

En la comunidad de internet han aumentado el desarrollo de aplicaciones en tiempo real entre distintos usuarios que se encuentran en diferentes partes del mundo. Por ello esta segunda practica será una extensión de la primera ya que ahora el juego será multijugador permitiendo a los usuarios unirse a una sala de juego para iniciar una partida.

Figura 5.1: Ejemplo Aspecto multijugador Pacman.

Requisitos Se pide desarrollar el juego del comecocos multijugador por medio de un interfaz web permitiendo establecer una partida con múltiples usuarios empleando Websockets. El escenario de juego y los cocos serán comunes para todos los jugadores quienes dispondrán de su propio comecocos que tiene que tener asociado un fantasma.

Tecnologías Sera necesario emplear la API WebSockets y JavaScript en el cliente mientras que en el servidor utilizaremos NodeJS.

5.2. Diseño de una solución

El comportamiento del juego será el desarrollado en la primera practica pero será necesario organizarlo de tal forma que el cliente se encargue de ciertas tareas y el servidor de otras con el objetivo de intercambiar información por medio de WebSockets, a continuación se explica en detalle cada una.

Cliente Establece conexión WebSockets con el servidor para intercambiar mensajes (figura 5.2) sobre el acceso a la sala de juego y los distintos estados del juego. Además, se encarga de dibujar el escenario del juego, fantasmas, jugadores e información de la partida con la información recibida del servidor. Además, gestiona el movimiento del personaje por medio de los eventos del teclado y los valida.

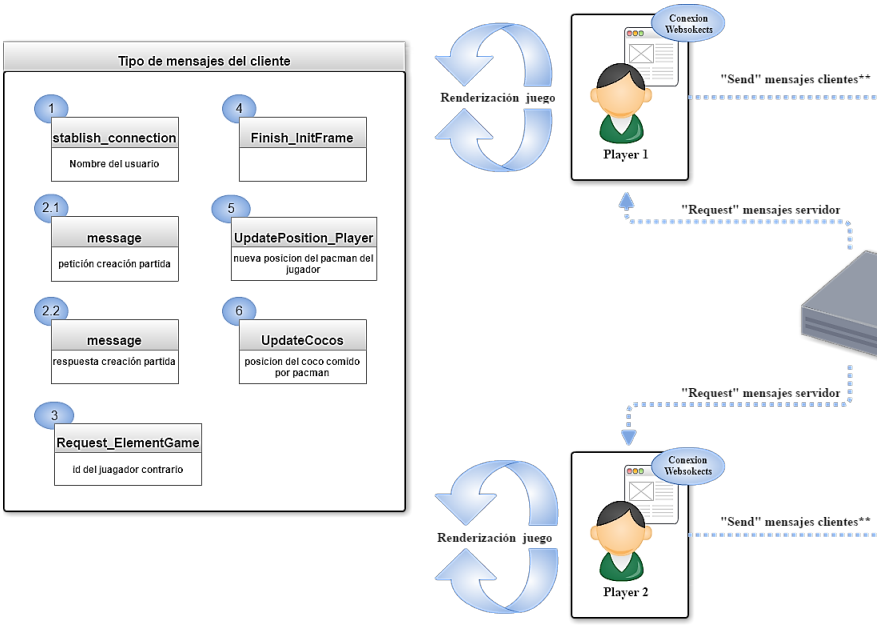


Figura 5.2: Esquema mensajes Pacman multijugador cliente.

Servidor Proporciona el fichero html inicial que contiene la aplicación. Tras esto establece una comunicación WebSockets con los clientes. Al tener parte de la lógica del juego se genera un módulo que contenga los valores iniciales del juego como los cocos, obstáculo entre otros elementos y un objeto de tipo `Player` que contenga la posición del usuario y del fantasma correspondiente. Además, por medio de la conexión WebSockets gestiona la entrada en la sala, inicio del juego y la actualización de los distintos elementos del juego (figura 5.3).

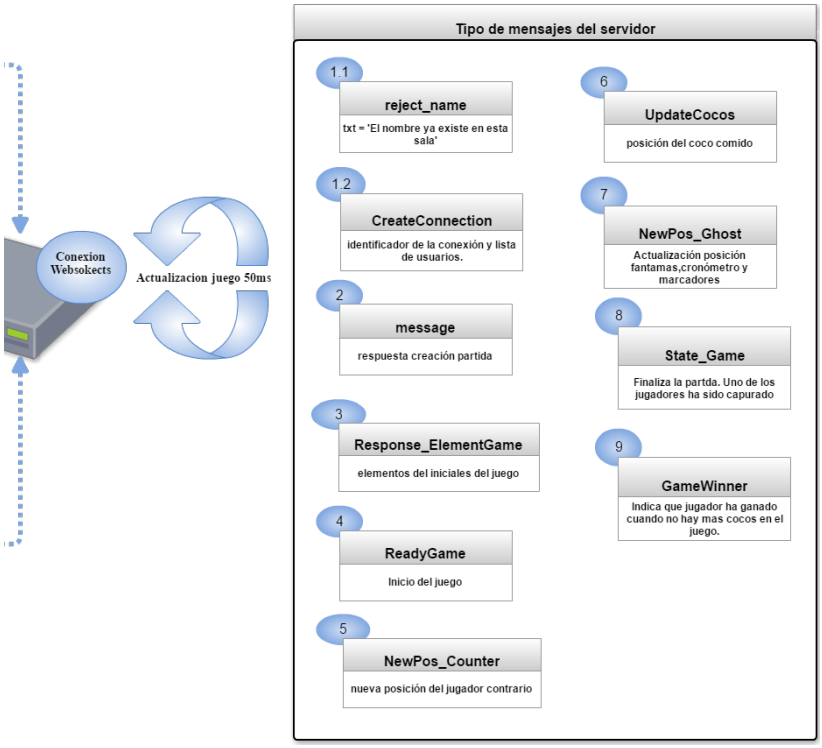


Figura 5.3: Esquema mensajes Pacman multijugador servidor.

5.3. Desarrollo Servidor

El servidor de la aplicación lo desarrollamos con NodeJS por lo que se importa las librerías `node-static`, `http` para la creación del servidor y `socket.io` para crear la conexión WebSockets en el momento de recibir una petición. El servidor entrega el fichero inicial a los usuarios que se conecten a él.

```
var static = require('node-static');
var http = require('http');
var file = new(static.Server)();
var app = http.createServer(function (req, res) {
```

```
  file.serve(req, res);
  console.log('Server listinig 8181');
}).listen(8181);
/*  inst. socket.io  */
var io = require('socket.io').listen(app);
```

Fragmento de Código 5.1: Definición del servidor.

La figura 5.4 muestra un ejemplo de conexión cliente-servidor y el inicio de la conexión WebSockets.

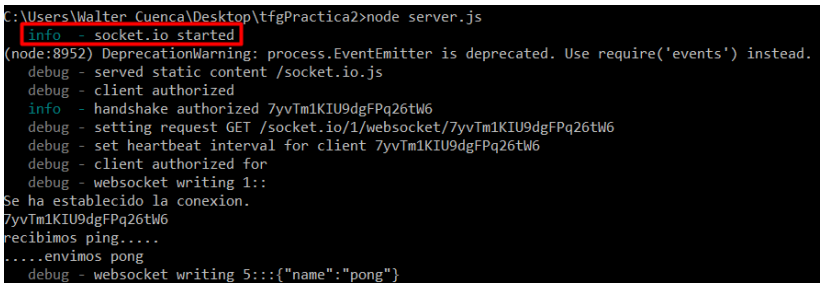


Figura 5.4: Ejecución del servidor.

Modulo Game

Se crea el módulo `CoreServer.js` en NodeJs para separar la lógica y las variables que definen los elementos del juego. Este módulo primero define las variables que tienen relación con el aspecto del juego como son los obstáculos, cocos y propiedades del juego.

```
var map = [...
];
/* Jugadores */
var player1 = {'x':5,'y':15,'typePacman':1,numPasos:0};
var player2 = {'x':11,'y':3,'typePacman':2,numPasos:0};
/*  */
var list_user=[];
var name_room = 'hallGame';

/* Cronometro */
var seconds = 0;
var min = 0;
var horas = 0;
var time = '00'+':'+'00'+':'+'00';
var _timer;
var list_cocos = [
];
```

```
var list_obstaculos = [
];
var properGame={
        'wCuad':40,
        'hCuad':40,
        'nColum':18,
        'nFila':19,
}
var shape_1 = [....
];
var shape_2 = [....
];
```

Fragmento de Código 5.2: Definición variables del Obj.Game

Por otro lado, define el objeto `Player` para representar a cada jugador. El objeto contiene la posición y pasos del personaje e incluye la posición y lista de nodos del fantasma correspondiente.

```
function Player(x,y,typePacman,xGhost,yGhost){
 this.info= {'x':x,
  'y':y,
  'typePacman':typePacman,
  'numPasos':0,
  'fantasma': {'x':xGhost,
    'y':yGhost,
   },
 };
 this.path = [];
}
```

Fragmento de Código 5.3: Definición elemento Player en Obj.Game

Para que el contenido del módulo sea accesible desde el servidor es necesario declarar los elementos como `module.exports`.

```
module.exports = {
 'map':map,
 'shape_1':shape_1,
 'shape_2':shape_2,
 'properGame':properGame,
 'list_obstaculos':list_obstaculos,
 'list_cocos':list_cocos,
 'name_room':name_room,
 '_timer;':_timer,
 'seconds':seconds,
 'min':min,
 'horas':horas,
 'time':time,
 'Player':Player
```

```
}
```

Fragmento de Código 5.4: Export elementos del Obj.Game

Tras esto volvemos al fichero `server.js` donde se declara el acceso al módulo a través de la variable `Game`. A partir de ella creamos la instancia de los jugadores y calculamos la lista de nodos de su correspondiente fantasma por medio de la función auxiliar `CreatePath()`.

```
var Game = requiere('./ghost.js')

/* posiciones iniciales */
var player1 = new Game.Player(5,15,1,1,1);
var player2 = new Game.Player(14,15,2,18,1);
player1.path = CreatePath(player1.info,player1.info.fantasma);
player2.path = CreatePath(player2.info,player2.info.fantasma);
```

Fragmento de Código 5.5: Instancia Jugadores en el servidor.

Lógica del Servidor

Hasta este momento solo se ha definido los elementos del juego, pero no se ha descrito como el servidor gestiona cada uno de los estados del juego hasta que este finaliza. Aquí es donde `WebSockets` interviene por medio de la librería `socket.io`, ya que permite al servidor gestionar los mensajes que recibirá. A continuación, se explican los tipos de mensajes y su tratamiento.

Sala de juego

Se define el evento `stablish_connection` que recibe el nombre del usuario para validar su entrada en la sala. Primero comprueba el número de usuario en la sala ya que está restringido a dos. Si aún no está completa la sala comprueba que el nombre del usuario no exista por medio de la función `seekUser(name)`.

Si existe el nombre envía un mensaje `reject_name` en caso contrario envía un mensaje `CreateConnection` con el id de la conexión y la lista de usuario dentro de la sala. Finaliza vinculando la conexión del usuario a la sala del juego y actualizando la lista de usuarios.

```
socket.on('stablish_connection',function(name){
 var numClients = io.sockets.clients(Game.name_room).length;
 var existeName = seekUser(name);
 if(existeName){
  var txt = 'El nombre ya existe en esta sala';
  socket.emit('reject_name',txt);
 }else{
  socket.emit('CreateConnection',socket.id,list_user);
  socket.username = name;
  socket.room = Game.name_room;
```

```
    socket.join(Game.name_room);
    if(list_user.length == 0){
     var user = {'user':name,'room':Game.name_room,'id':socket.id,'
        posGame':player1.info,'pos':1,'score':0};
    }else{
     var user = {'user':name,'room':Game.name_room,'id':socket.id,'
        posGame':player2.info,'pos':2,'score':0};
    }
    list_user.push(user);
    socket.broadcast.to(Game.name_room).emit('New_Joined',socket.id
        );
   }
 });
```

Fragmento de Código 5.6: Definición evento stablish_connection

La figura 5.5 muestra la conexión del primer jugador mientras la figura 5.6 trata la del segundo jugador.

```
Numero de clientes:0
false
walter
[]
   debug - websocket writing 5:::{"name":"CreateConnection","args":["7yvTm1KIU9dgFPq26tW6",[]]}
   debug - broadcasting packet
```

Figura 5.5: Petición sala 1ª jugador.

```
Numero de clientes:1
false
PEDRO
[ { user: 'walter',
    room: 'hallGame',
    id: 'zYjIS6MJ4xgkcoVC8d3d',
    posGame: { x: 5, y: 15, typePacman: 1, numPasos: 0, fantasma: [Object] },
    pos: 1,
    score: 0 } ]
  debug - websocket writing 5:::{"name":"CreateConnection","args":["AQYWMyjpA2T5bb9u8d3e",[{"user":"walter","room":"hallGame","id":"zYjIS6MJ4xgkcoVC8d3d","posGame":{"x":5,"y":15,"typePacman":1,"numPasos":0
,"fantasma":{"x":1,"y":1}},"pos":1,"score":0}]]}
  debug - broadcasting packet
  debug - websocket writing 5:::{"name":"New Joined","args":["AQYWMyjpA2T5bb9u8d3e"]}
```

Figura 5.6: Petición sala 2º jugador.

Petición de partida

La petición y respuesta a la creación de una partida la realizan los usuarios por lo que el servidor en este caso será transparente funcionando como mero intermediario. Por ello definimos el evento `message` que encamina los mensajes entre los usuarios por medio del valor `idDestino`.

```
socket.on('message',function(message){
 io.sockets.socket(message.idDestino).emit('message', message);
});
```

Fragmento de Código 5.7: Definición evento message.

La figura 5.7 muestra como el servidor encamina la petición de partida al otro usuario mientras la figura 5.8 muestra como el servidor encamina la respuesta.

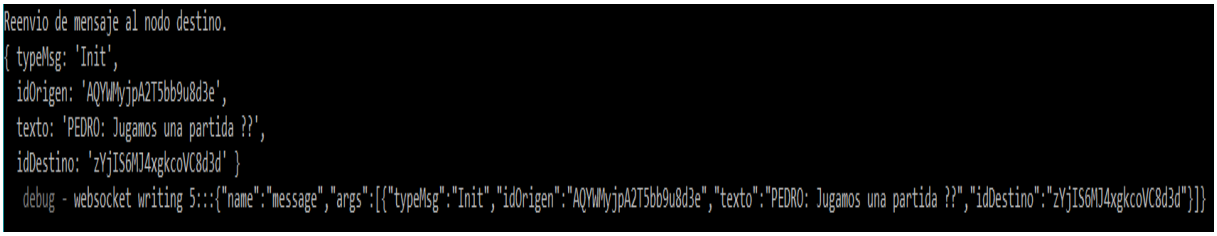


Figura 5.7: Petición de partida primer usuario.

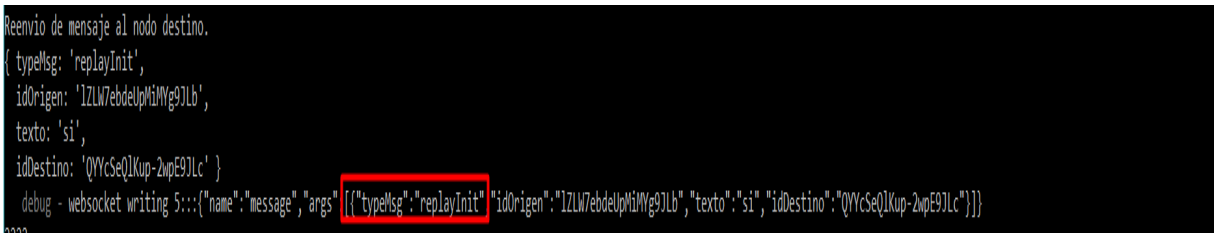


Figura 5.8: Petición de partida segundo usuario.

Elementos del juego

Tras haber acordado jugar una partida los jugadores se define el evento `Request_ElementGame` para enviar los parámetros iniciales del juego. Se encarga de obtener la información de los jugadores utilizando la función `getInfoUser(id)` pasándole cada uno de los identificadores. Esta información y las características del escenario se guardan en la variable `elements` que se envía dentro del mensaje `Response_ElementGame`.

```
socket.on('Request_ElementGame',function(otherId){
 var myInfo = getInfoUser(socket.id);
 var counterInfo = getInfoUser(otherId);
 var element = {
  'shape_1':Game.shape_1,
  'shape_2':Game.shape_2,
  'cocos':Game.list_cocos,
  'obstaculos':Game.list_obstaculos,
  'properGame':Game.properGame,
  'myInfo':myInfo,
  'counterInfo':counterInfo
 }
 socket.emit('Response_ElementGame',element);
});
```

Fragmento de Código 5.8: Definicion del evento Request_ElementGame

La figura 5.9 muestra el envío de la información a los jugadores.

Figura 5.9: Envío elementos del juego.

Inicio del juego

Para iniciar la partida definimos el evento `Finish_InitFrame`. Se encarga de validar que la petición de inicio de partida esta solicitada por los dos jugadores para enviar el mensaje `ReadyGame` a los clientes. En este punto se establece el bucle de actualización del juego por parte del servidor por medio del evento *timer* `setInterval(UpdateGhost,800)`.

```
socket.on('Finish_InitFrame',function(){
 cooordiar +=1;
 if(cooordiar == 2){
  io.sockets.in(Game.name_room).emit('ReadyGame');
  setTimeout(function(){
   Game._timer = setInterval(UpdateGhost,800);
   CronoTime();
  },3000)
 }
});
```

Fragmento de Código 5.9: Definición del evento Finish_InitFrame

La función `UpdateGhost` es la parte más importante de la lógica del servidor ya que se encarga de actualizar la posición de cada fantasma y obtener la puntuación de cada usuario para enviar un mensaje `NewPos_Ghost` a los usuarios. Además, comprueba si alguno de los usuarios ha colisionado con el fantasma lo que provoca el envío del mensaje `State_Game` a los usuarios.

```
function UpdateGhost(){
 var elementsGame = [];
 /*  */
 var hitGhost1 = playerHitGhost(player1); //true o false
 var hitGhost2 = playerHitGhost(player2); // true o false
 if (!hitGhost1 && !hitGhost2){
  var coordGhost={'x':player1.path[0].x,'y':player1.path[0].y};
       setGhost_User(list_user[0].id,coordGhost);
       coordGhost={'x':player2.path[0].x,'y':player2.path[0].y};
       setGhost_User(list_user[1].id,coordGhost);
       elementsGame.push({'id':list_user[0].id,'x':player1.path
          [0].x,'y':player1.path[0].y,'score':list_user[0].score
          });
       player1.path.splice(0,1);
       elementsGame.push({'id':list_user[1].id,'x':player2.path
          [0].x,'y':player2.path[0].y,'score':list_user[1].score
          }});
       player2.path.splice(0,1);
       io.sockets.in(Game.name_room).emit('NewPos_Ghost',
          fantasmas,Game.time,scores);
 }

 if (hitGhost1 || hitGhost2){
       var msgPlayer1 = (hitGhost1 === true ) ? 'KO' : 'OK';
       var msgPlayer2 = (hitGhost2 === true ) ? 'KO' : 'OK';
       io.sockets.socket(list_user[0].id).emit('State_Game',
          msgPlayer1);
       io.sockets.socket(list_user[1].id).emit('State_Game',
          msgPlayer2);
```

```
        clearInterval(Game._timer);
    }
}
```

Fragmento de Código 5.10: Definición de la función UpdateGhost.

La figura 5.10 muestra el envío de la información actualizada del juego a los jugadores.

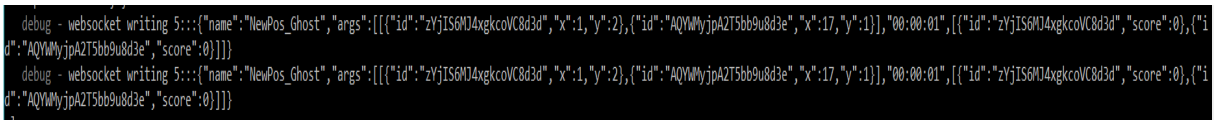


Figura 5.10: Envío actualización del juego.

Actualización elementos del juego

El movimiento del personaje de cada usuario es notificado al servidor por lo que se define el evento `UpdatePosition_Player`. Con la nueva posición actualiza la posición del personaje correspondiente por medio de la función `setPosition_User` y evalúa el número de pasos dado por el personaje ya que si el valor es 1 o -1 indica que se ha movido a una nueva casilla del mapa de juego y es necesario actualizar la lista de nodos que contiene la variable `path`.

Para finalizar se envía el mensaje `NewPos_Counter` con la nueva posición al usuario contrario.

```
socket.on('UpdatePosition_Player',function(newPosition){
 setPosition_User(socket.id,newPosition);
 if(newPosition.numPasos == 1 || newPosition.numPasos == -1){
  for (var i = 0; i < list_user.length; i++) {
   var user = list_user[i];
   if(user.id == socket.id){
    var myInfo = getInfoUser(socket.id)
    if (user.pos == 1) {
     player1.path = CreatePath(myInfo,myInfo.fantasma);
    }else{
     player2.path = CreatePath(myInfo,myInfo.fantasma);
    }
   }
  }
 }
 socket.broadcast.to(Game.name_room).emit('NewPos_Counter',
    newPosition);
});
```

Fragmento de Código 5.11: Definición del evento UpdatePosition_Player.

La figura 5.11 muestra el envío de la nueva posición al usuario contrario.

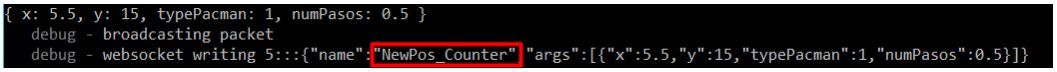


Figura 5.11: Envío nueva posición usuario.

El movimiento del personaje provoca interacción con los cocos por lo que definimos el evento **UpdateCocos_Player** que se encarga de eliminar el elemento de la lista de cocos y reenviar la información al otro jugador por medio del mensaje **UpdateCocos_Player**. Por último, comprueba si no existen más cocos en el juego para enviar el mensaje **GameWinner** a los jugadores informando el resultado de la partida.

```
socket.on('UpdateCocos',function(cocoPosition){
 Game.list_cocos.splice(cocoPosition,1);
 socket.broadcast.to(Game.name_room).emit('UpdateCocos_Player',
    cocoPosition);
 setScore_User(socket.id,4);
 if(Game.list_cocos.length == 0){
  ganador = gameFinish();
  io.sockets.in(Game.name_room).emit('GameWinner',ganador);
 }
});
```

Fragmento de Código 5.12: Definición del evento UpdateCocos.

La figura 5.11 muestra el envío del coco comido por un usuario al contrario.

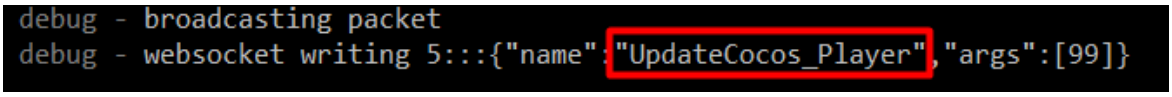


Figura 5.12: Envío coco comido al usuario.

5.4. Desarrollo Cliente

Los jugadores que conectan a la url *http://localhost:8181/* en la que se encuentra el servidor que entrega el fichero `index.html` [1] al navegador estableciendo la conexión WebSockets con el servidor.

[1] https://github.com/RoboticsURJC-students/2015-TFG-Walter-Cuenca/

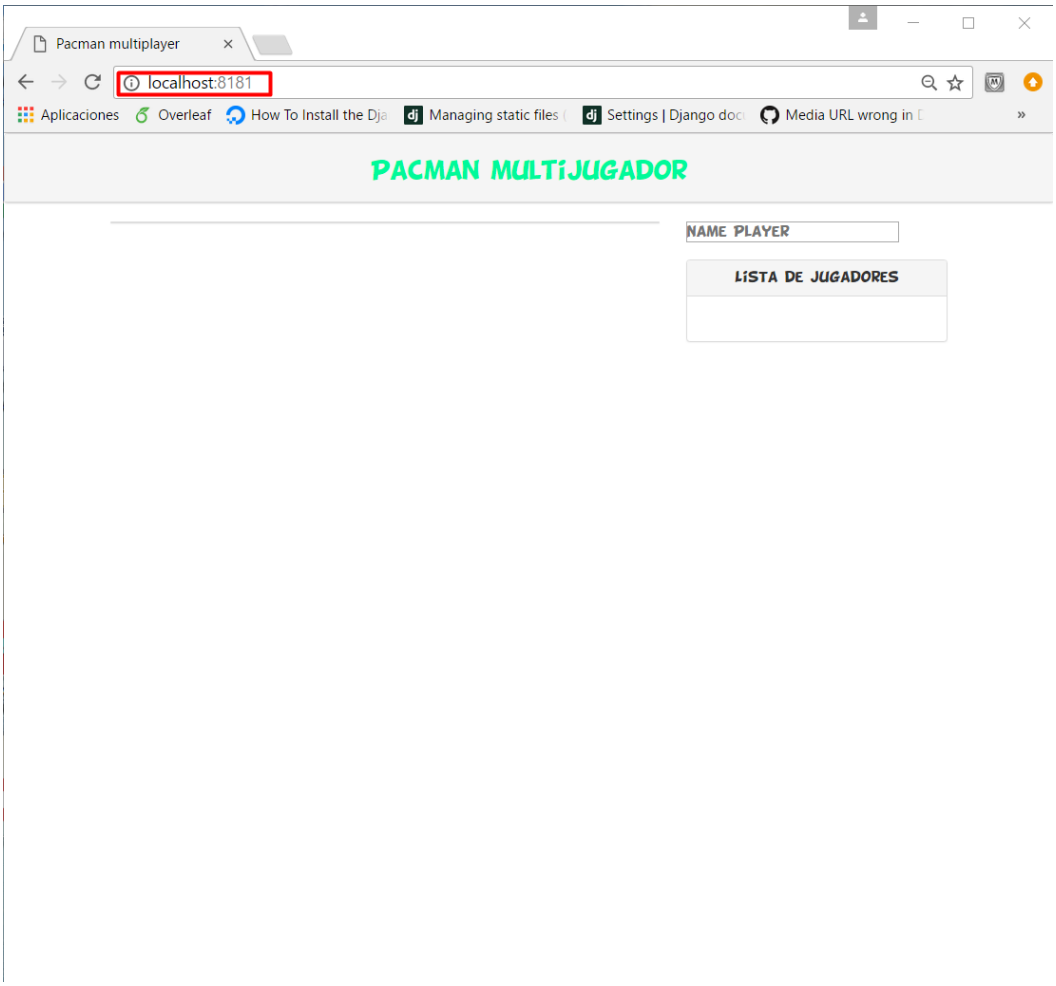


Figura 5.13: Página inicio ComeCocos Multijugador.

Lógica de comunicación

Ahora se muestra los distintos mensajes y eventos definimos en el cliente para establecer la comunicación.

Sala de juego

El usuario introduce el nombre en el `input` de la página, provocando que se envíe un mensaje `stablish_connection` con el nombre para validar que no existe en la sala.

```
function sendConnection(){
 socket.emit('stablish_connection',$('#player').val());
 $('#player').attr('disabled',true);
}
```

Fragmento de Código 5.13: Envío mensaje stablish_connection.

Se genera el evento `Reject_name` para tratar la respuesta al mensaje en caso de que el nombre no sea válido.

```
socket.on('reject_name',function(info){
  $('#player').attr('disabled',false);
});
```

Fragmento de Código 5.14: Definición evento reject_name.

Por último, se crea el evento `CreateConnection` para tratar en caso de ser afirmativa la respuesta al mensaje. Recibe el `id` de la conexión con el que se crea la instancia del objeto `Player` en la variable `myPacman` y la lista de usuario.

```
socket.on('CreateConnection',function(id,listUser){
 listplayers = listUser;
 myPacman = new Player(id);
 for (var i = 0; i < listUser.length; i++) {
  var player = listUser[i];
  $('.list-group').append('<li id=user_'+i+' class=list-group-
     item>'+player.user+'</li>');
  $('#user_'+i).click(function(){requestGame(this)});
 }
});
```

Fragmento de Código 5.15: Definición evento CreateConnection.

La figura 5.14 muestra la petición de sala del primer usuario mientras que la figura 5.15 del segundo.

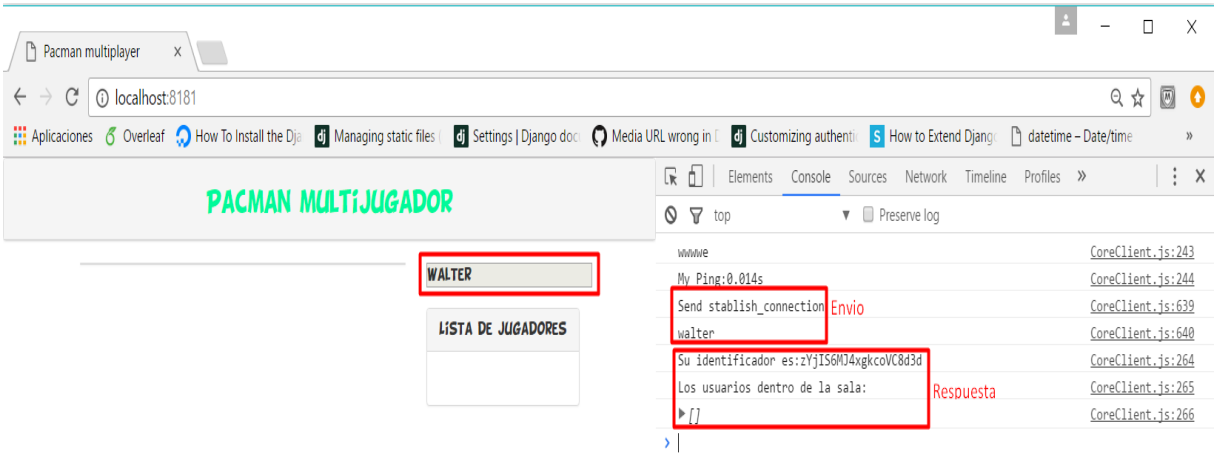


Figura 5.14: Petición/Respuesta sala 1ª jugador.

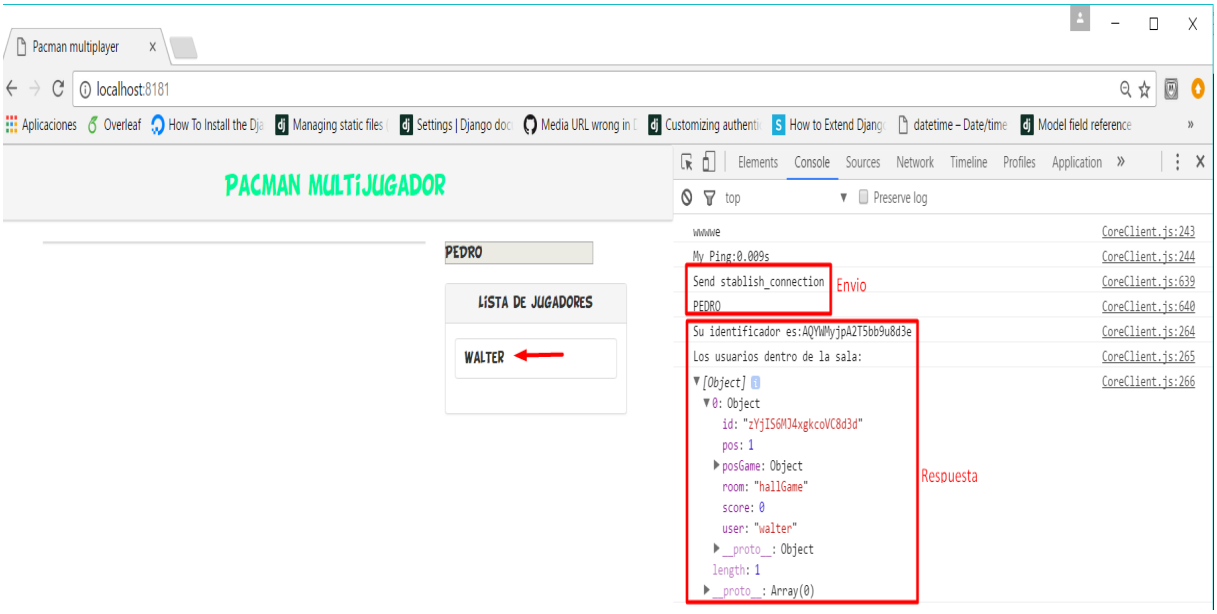


Figura 5.15: Petición/Respuesta sala 2ª jugador.

Petición de Partida

Tras entrar en la sala los usuarios pueden realizar una petición de partida a los usuarios existentes. Al seleccionar un nombre de la lista se active la función `RequestGame(this)`. Esta función se encarga de obtener el id de la conexión del cliente seleccionado por medio de la función `SeekUser(name)` y genera un mensaje `message` cuyo cuerpo contiene el `id_origen`, `id_destino`, el texto de la petición y como subtipo de mensaje `Init`.

```
function requestGame(elemento){
 var text=$('#player').val()+': Jugamos una partida ??';
 var destino = seekID($(elemento).text());
 var message = {
  'typeMsg':'Init',
  'idOrigen':myPacman.id,
  'texto':text,
  'idDestino':destino
 }
 socket.emit('message',message)
 $('li').off('click');
}
```

Fragmento de Código 5.16: Definición función requestGame.

La figura 5.16 muestra la petición de partida de un jugador a otro.

Los mensajes de petición de partida se crean entre usuarios por lo que el servidor solo sirve como intermediario para encaminar el mensaje. Por ello es necesario

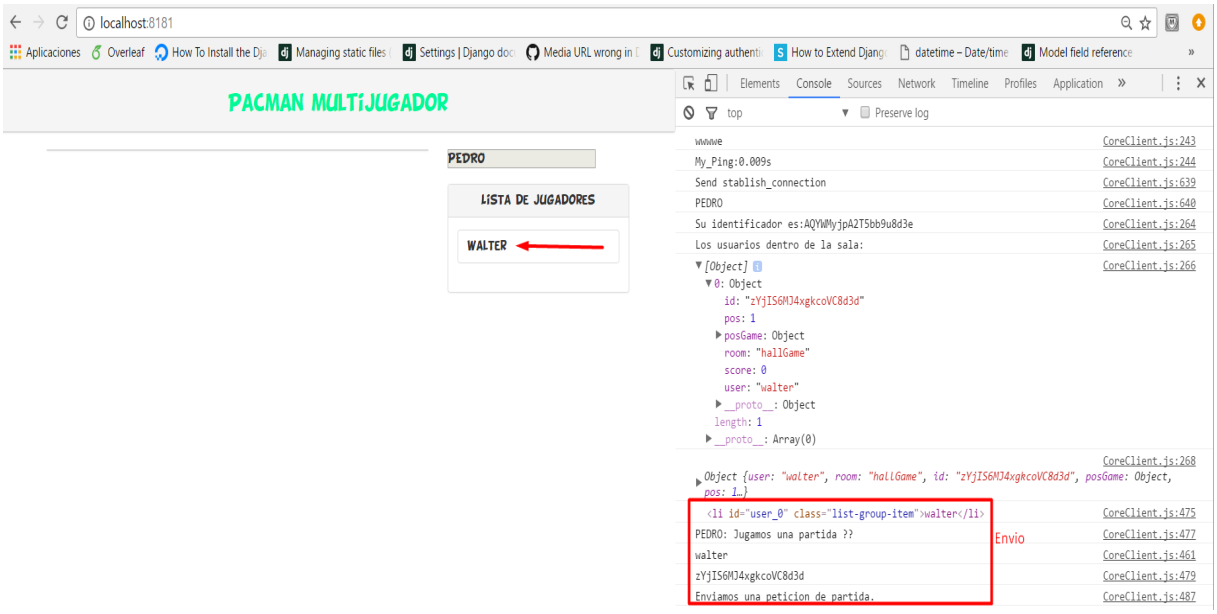


Figura 5.16: Envío petición partida.

definir el evento `message` para gestionar estos mensajes.

```
socket.on('message',function(message){
 if(message.typeMsg == 'Init'){
  _message = message
  $('#peti').text(message.texto);
  $('#myModal').modal('show')
 }else if (message.typeMsg == 'replayInit') {
  if(message.texto == 'si'){
   $('#escena').show();
   CounterPacman = new Player(message.idOrigen);
   socket.emit('Request_ElementGame',CounterPacman.id);
  }else{
   $('li').on('click',function(){requestGame(this)});
  }
 }
});
```

Fragmento de Código 5.17: Definición evento message.

Para el mensaje tipo `Init` el evento se encarga de mostrar una ventana emergente con la petición recibida, figura 5.17.

El usuario receptor tiene la opción de pulsar si o no provocando que la función `ReplayGame(si/no)` gestione la respuesta. La función independientemente de la opción genera un mensaje `message` que contiene el `id_origen`, `id_destino`, la respuesta a la petición y como subtipo de mensaje `Replay_Init`. Si la respuesta es

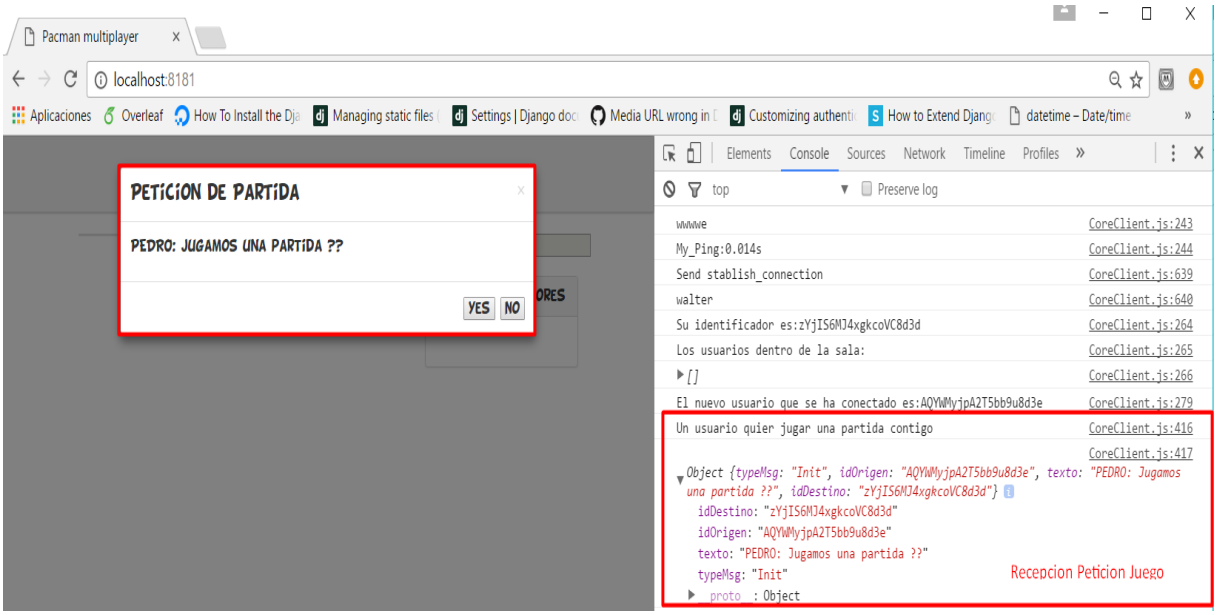


Figura 5.17: Recepción petición partida.

afirmativa crea el mensaje `Request_ElementGame` dirigido al servidor para pedir los parámetros iniciales del juego.

```
function replayGame(contesta){
 $('#myModal').modal('hide')
 var message = {
  'typeMsg':'replayInit',
  'idOrigen':myPacman.id,
  'texto':contesta,
  'idDestino':_message.idOrigen
 };
 socket.emit('message',message)
 if(contesta == 'si'){
  $('#escena').show();
  CounterPacman = new Player(_message.idOrigen)
  socket.emit('Request_ElementGame',CounterPacman.id);
 }
}
```

Fragmento de Código 5.18: Definición función replayGame.

El usuario que envío el mensaje inicial recibe un mensaje `replayInit` para realizar las mismas tareas que el otro usuario, figura 5.18.

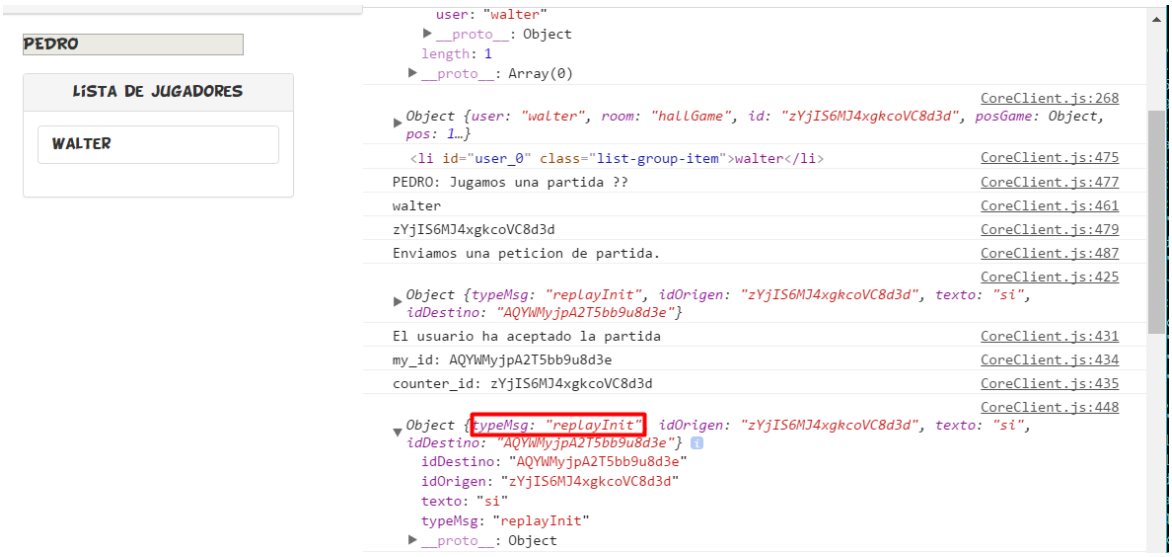


Figura 5.18: Recepción respuesta a la petición de partida.

Presentación del juego

Tras el último mensaje enviado por los clientes es necesario definir el evento `Response_ElementGame` para recibir el valor de los parámetros iniciales del juego. Los parámetros los obtiene de la variable `elements`, donde aquellos que tienen que ver con el escenario de juego se guardan en el objeto `GameArea` mientras que otros valores se guardan en `myPacman` y `CounterPacman` que corresponde al personaje del cliente y al del rival.

```
socket.on('Response_ElementGame',function(elementsGame){
  GameArea.shape_1 = elementsGame.shape_1;
  GameArea.shape_2 = elementsGame.shape_2;
  GameArea.list_obstaculos=elementsGame.obstaculos;
  GameArea.list_cocos=elementsGame.cocos;
  GameArea.properGame=elementsGame.properGame;

  myPacman.setMyghostposition(elementsGame.myInfo.fantasma);
  delete elementsGame.myInfo.fantasma;
  myPacman.setMyPosition(elementsGame.myInfo);

  CounterPacman.setMyghostposition(elementsGame.counterInfo.
     fantasma);
  delete elementsGame.counterInfo.fantasma;
  CounterPacman.setMyPosition(elementsGame.counterInfo);

  DrawScene();
  socket.emit('Finish_InitFrame');
});
```

Fragmento de Código 5.19: Definición evento Response_ElementGame

Con esta información se llama a la función `Drawscene()` que define las dimensiones del área del juego y dibuja el aspecto inicial del juego a través de la función `UpdateGame()`.

```
function DrawScene(){
  GameArea.canvas.width=(GameArea.properGame.nFila+2)*GameArea.
     properGame.wCuad;
  GameArea.canvas.height=(GameArea.properGame.nColum+4)*GameArea.
     properGame.hCuad;
  $('#pnCanvas').show();
  UpdateGame();
}
```

Fragmento de Código 5.20: Definición función DrawScene.

La figura 5.19 muestra la recepción de los parámetros y la visualización del juego para el primer usuario, mientras la figura 5.20 se muestra el del segundo usuario.

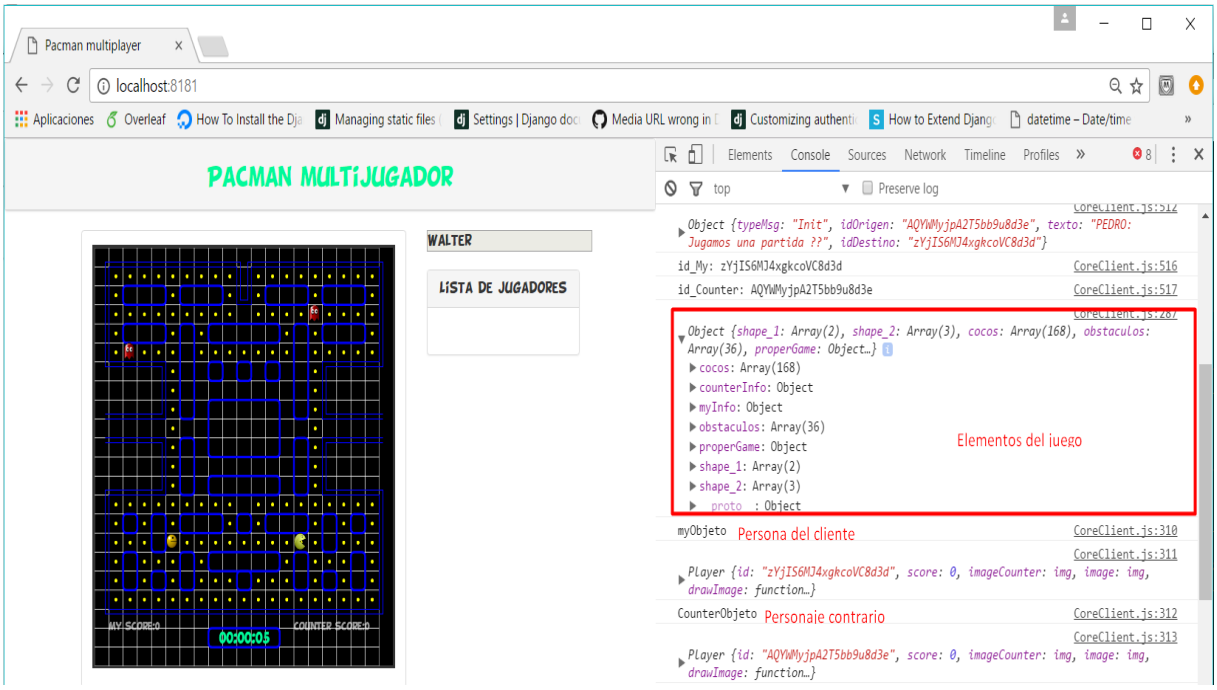


Figura 5.19: Recepción parámetros iniciales 1ª usuario.

Tras realizar estas operaciones envía un mensaje `Finish_initFrame` para indicar al servidor que el cliente está a la espera de empezar la partida.

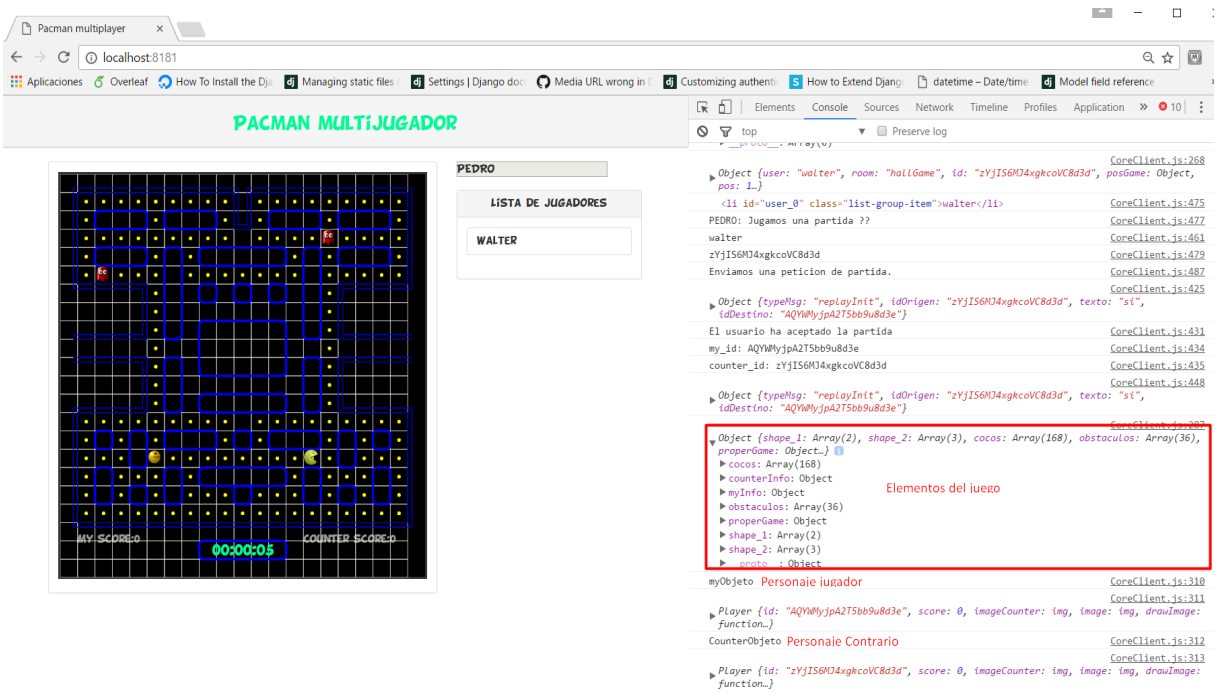


Figura 5.20: Recepción parámetros iniciales 2ª usuario.

Inicio del juego

Se crea el evento `ReadyGame` para recibir el mensaje de inicio de juego. En este momento se genera un evento periódico timeInterval que ejecuta función `UpdateGame()` cada 1000/60 s provocando el inicio del juego.

```
socket.on('ReadyGame',function(){
 x = true;
 GameArea.frame = setInterval(UpdateGame,1000/60);
});
```

Fragmento de Código 5.21: Definición evento ReadyGame.

Actualización del juego

El movimiento del personaje se realiza por medio de la función `NextPosPacman` que gestiona los eventos del teclado. Cada movimiento se valida antes de ser enviado al servidor, por ello primero verifica que la nueva posición del jugador, variable `newCoord`, no sobrepase el contorno del juego por medio de la función `Game.hitt_counter(newCoord)` igual que con los obstáculos a través de función `GameArea.hitObject(newCoord)`. Si estas dos validaciones son correctas, envía un mensaje `UpdatePosition_Player` con la nueva posición.

```
function NextPosPacman(e){
```

```
var newCoord = {'x':0,'y':0};
if(GameAcive){
 var pas = 0;
 newCoord.x = myPacman.myposition.x;
 newCoord.y = myPacman.myposition.y;
 if(e.code == 'ArrowDown'){
  newCoord.y += 0.5;
  pas += 0.5;
 }else if(e.code == 'ArrowUp'){
  newCoord.y += -0.5;
  pas += -0.5;
 }else if(e.code == 'ArrowRight'){
  newCoord.x += 0.5;
  pas += 0.5;
 }else if (e.code == 'ArrowLeft'){
  newCoord.x += -0.5;
  pas += -0.5;
 }
 var HitContor = GameArea.hitt_counter(newCoord);
 if(!HitContor){
  var HitObstacle = GameArea.hitObject(newCoord);
  if(!HitObstacle){
   myPacman.myposition.x = newCoord.x;
   myPacman.myposition.y = newCoord.y;
   myPacman.myposition.numPasos += pas;
   socket.emit('UpdatePosition_Player',myPacman.myposition);
   if(myPacman.myposition.numPasos == 1 || myPacman.myposition.
      numPasos == -1){
    myPacman.myposition.numPasos = 0;
   }
   var eat = GameArea.eatCoco(myPacman.myposition);
   if(eat >= 0){
    socket.emit('UpdateCocos',eat);
   }
  }
 }
}
}
```

Fragmento de Código 5.22: Definición función NextPosPacman.

Además, comprueba si existe colisión con algún coco por medio de la función `GameArea.eatCoco(newCoord)`. En caso afirmativo envía un mensaje `UpdateCoco` con la posición del coco con el que se ha colisionado.
Estas acciones las realizan los dos usuarios por lo que es necesario definir una serie de eventos para actualizar el estado del jugador contrario. El primer evento es `socket.on('NewPos_Counter',function())` que recibe la nueva posición del usuario contrario.

```
socket.on('NewPos_Counter',function(newPosition){
 CounterPacman.myposition = newPosition;
});
```

Fragmento de Código 5.23: Definición evento NewPos_Counter.

El siguiente evento que se define es `socket.on('UpdateCocos_Players',function())` que recibe la posición del coco que ha comido el usuario contrario.

```
socket.on('UpdateCocos_Player',function(cocoPosition){
 GameArea.list_cocos.splice(cocoPosition,1);
});
```

Fragmento de Código 5.24: Definición evento UpdateCocos_Player.

Por último, se define el evento `socket.on(NewPos_Ghost,function())` que recibe actualizaciones periódicas del servidor con la posición de los fantasmas, el valor del cronometro y la puntuación de cada usuario.

```
socket.on('NewPos_Ghost',function(fantasmas,timers,scores){
 GameArea.time = timers;
 for (var i = 0; i < fantasmas.length; i++) {
  ghost = fantasmas[i];
  core = scores[i];
  if(ghost.id == myPacman.id && core.id == myPacman.id){
   myPacman.myGhost.x = ghost.x;
   myPacman.myGhost.y = ghost.y;
   myPacman.score = core.score;
  }else{
   CounterPacman.myGhost.x = ghost.x;
   CounterPacman.myGhost.y = ghost.y;
   CounterPacman.score = core.score;
  }
 }
});
```

Fragmento de Código 5.25: Definición evento NewPos_Ghost.

En las figuras 5.21, 5.22 se muestra la recepción de los elementos del juego por cada usuario.

Finalización del juego

La finalización del juego lo determina el servidor ya que se encarga de comprobar si existe colisión entre los jugadores y el fantasma. Por ello se define el evento `State_Game` que recibe `OK` o `KO` dependiendo si jugador que ha sido capturado por el fantasma o no.

Figura 5.21: Recepción NewPos_Ghost 1ª usuario.

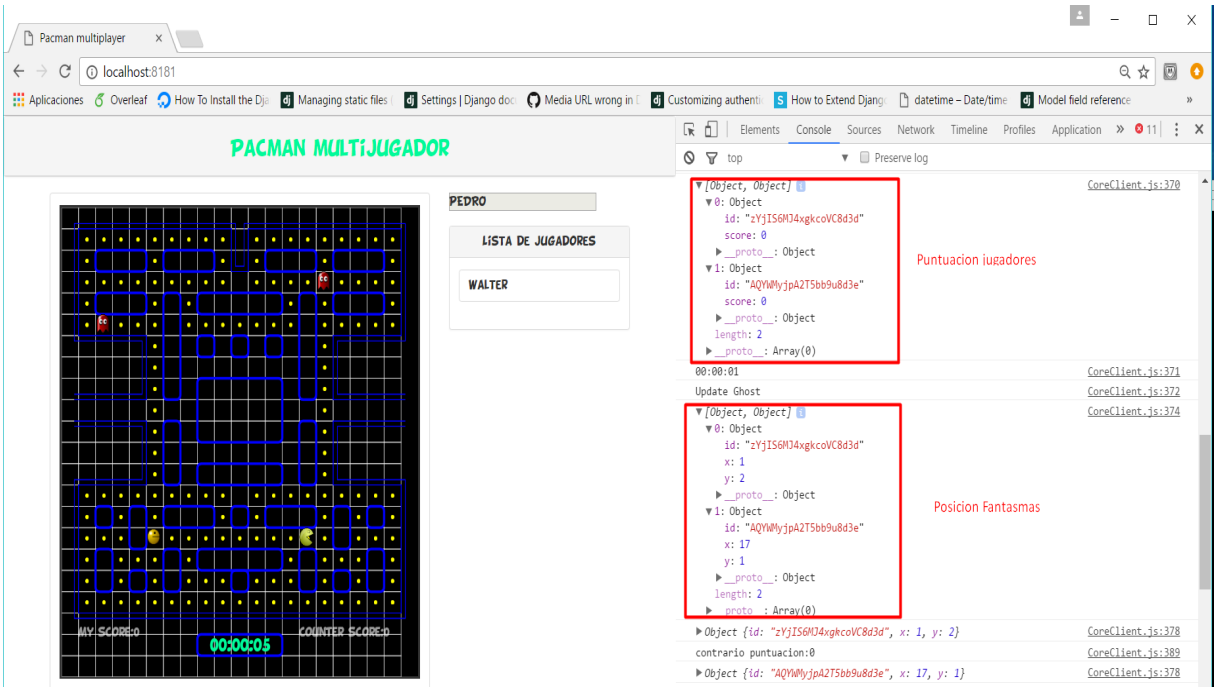


Figura 5.22: Recepción NewPos_Ghost 2ª usuario.

```
socket.on('State_Game',function(msg){
 GameArea.State_Game = msg;
});
```

Fragmento de Código 5.26: Definición evento State_Game.

La figura 5.23 muestra que uno de los jugadores es capturado por el fantasma por lo que pierde mientras que el otro gana la partida.

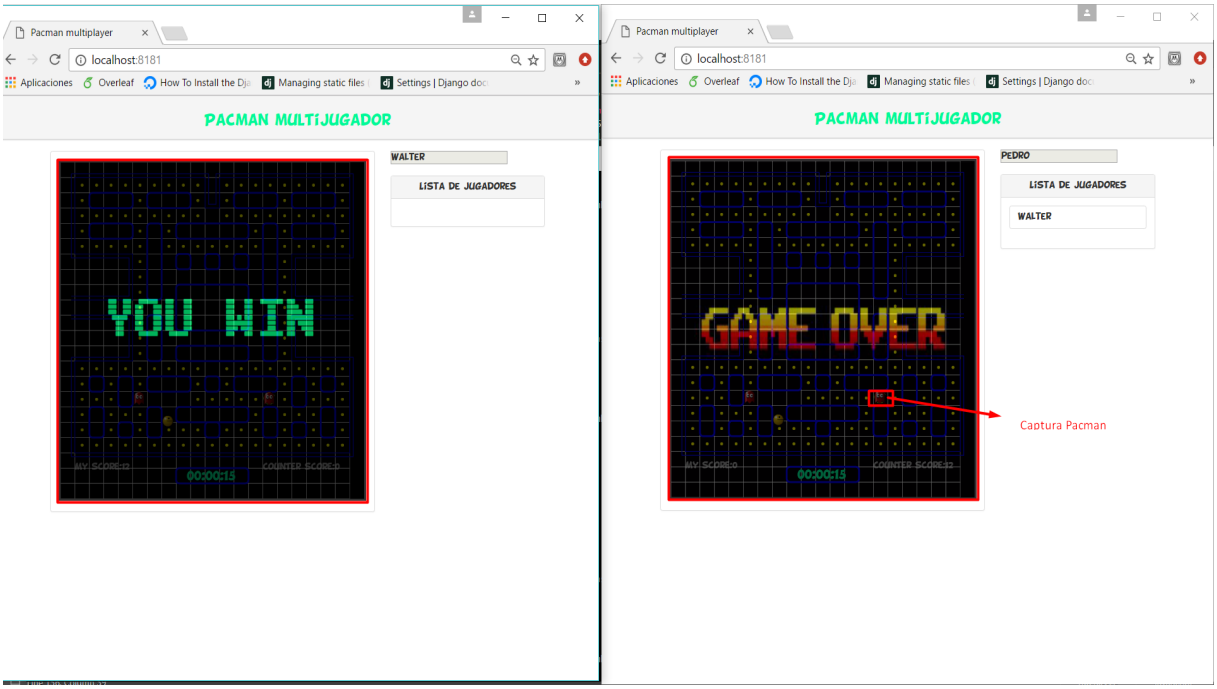


Figura 5.23: Aspecto clásico Pacman.

Otro evento necesario es `GameWinner` que recibe el ganador de la partida cuando todos los cocos han sido comidos.

```
socket.on('GameWinner',function(userwiner){
 GameArea.State_Game = userwiner;
});
```

Fragmento de Código 5.27: Definición evento GameWinner.

5.5. Validación Experimental

En esta prueba los usuarios se conectan a la url *http://192.168.0.161:8181/* por medio de un navegador. Dentro de la aplicación el usuario dispone de combo para

introducir su nombres y poder entrar en la sala de juego. La figura 5.24 muestra como dos usuarios están dentro de la sala pero solo el ultimo usuario conoce la lista actualiza de jugadores disponibles, en este caso el usuario con nombre *player_2*.

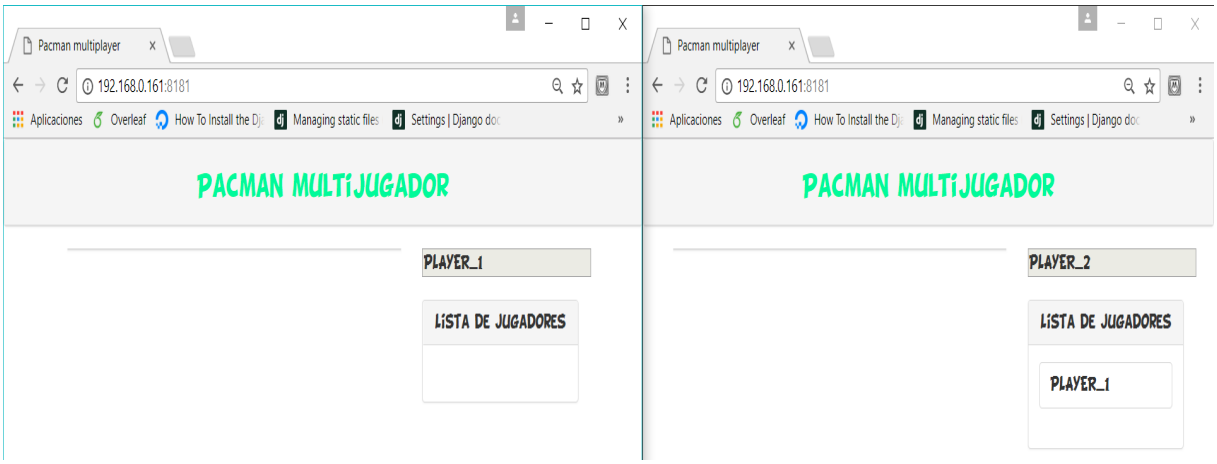


Figura 5.24: Página inicial de la aplicación.

Tras esto el *player_2* realiza una petición al *player_1* como se puede ver en la figura 5.25.

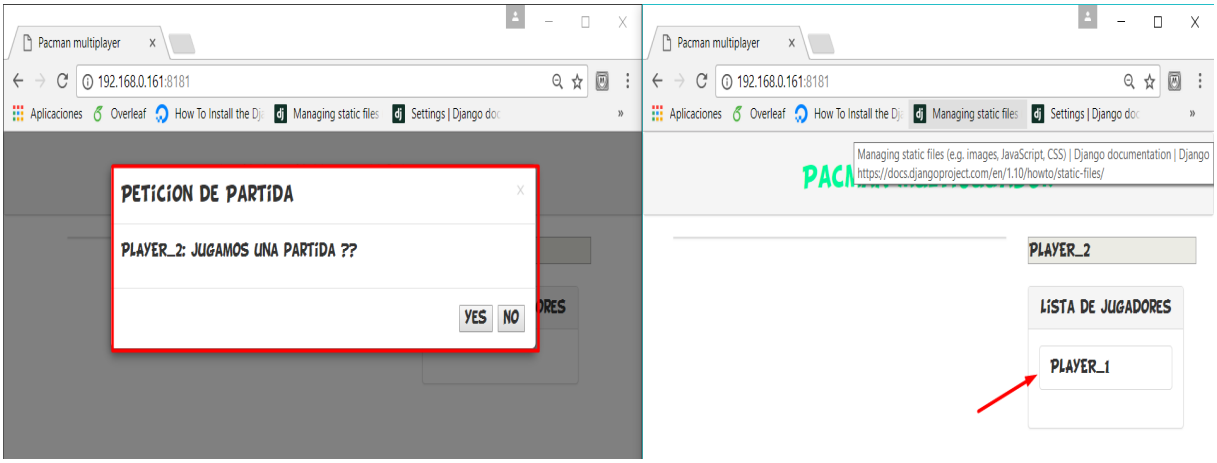


Figura 5.25: Petición de inicio de partida.

Al aceptar la partida aparece el área de juego permitiendo a los jugadores manejar su correspondiente comecocos mientras evitan ser capturados y aumentando su marcador a medida que comen los cocos del juego (figura 5.26).

El momento en que uno de los jugadores es capturado por su correspondiente fantasma la partida terminada indicando quien ha ganado y en contrapartida quien ha perdido (figura 5.27).

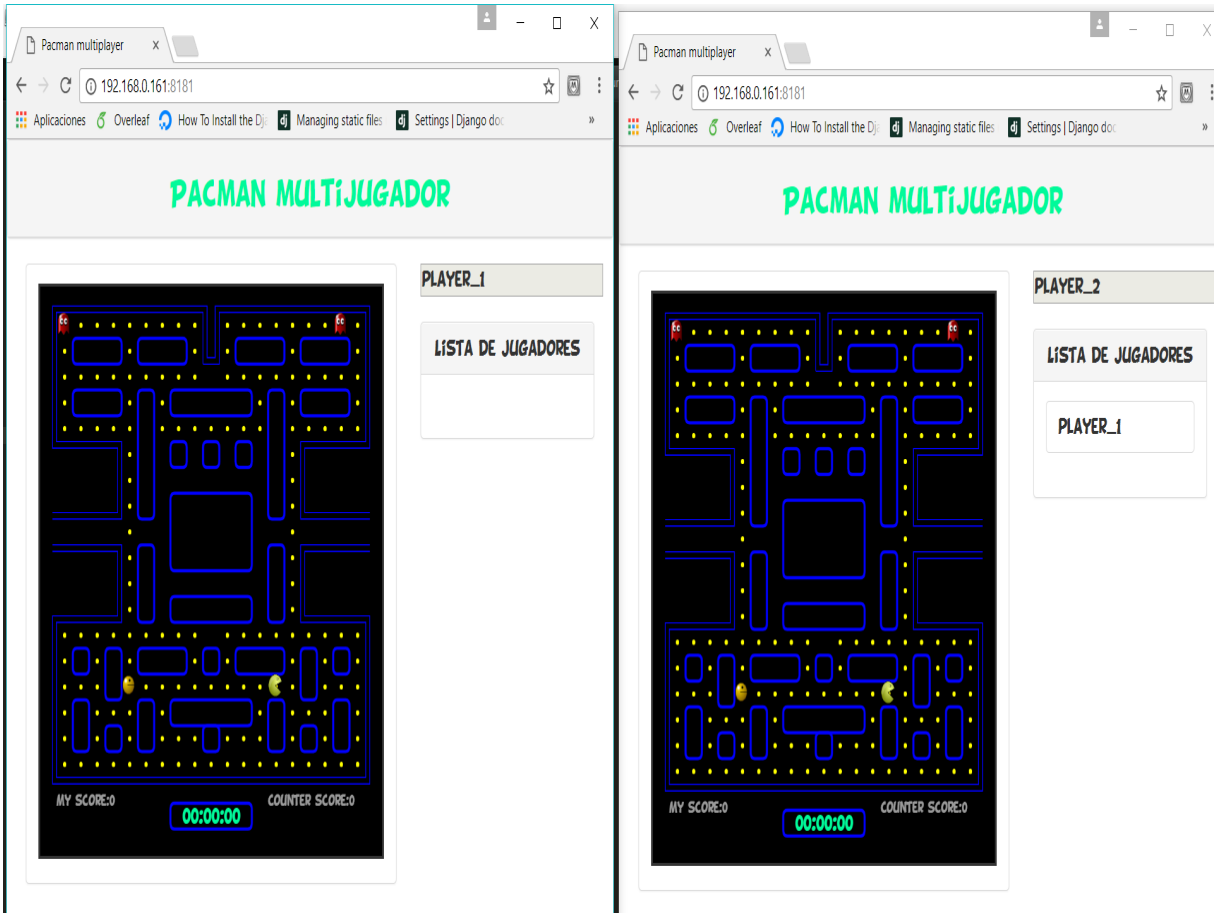


Figura 5.26: Inicio de partida comecocos multijugador.

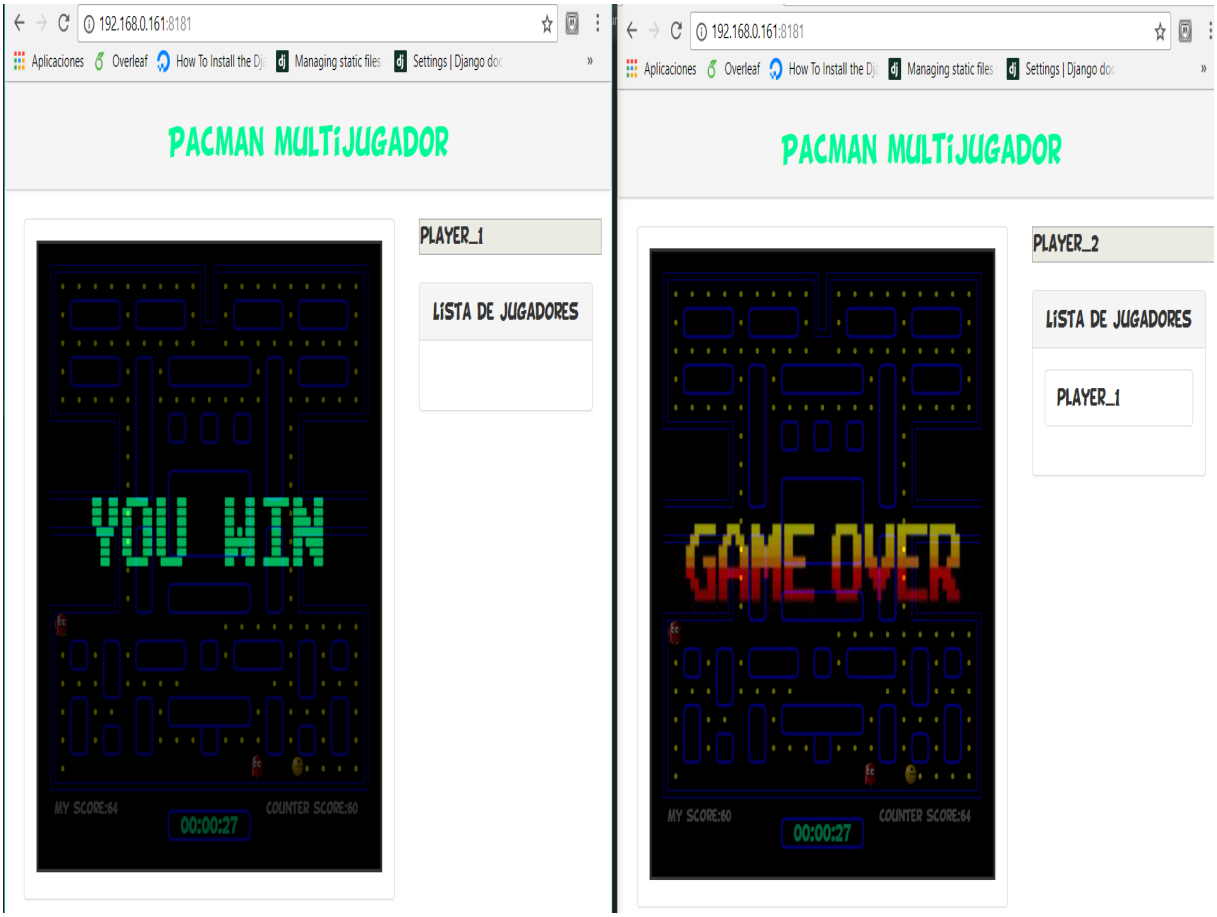


Figura 5.27: Finalización de partida.

Capítulo 6

Sitio web de una tienda

Si las dos primeras prácticas se han enfocado en tecnologías de cliente y en WebSockets en esta tercera práctica el énfasis se pone en tecnologías de servidor, incluyendo el manejo de bases de datos, típico de webs dinámicas. En concreto se propondrá el empleo en una de las plataformas más asentadas, Django.

6.1. Enunciado

En la actualidad los sitios web han empezado a tener mayor presencia en Internet debido a la versatilidad y comodidad de los servicios que ofrecen a los usuarios por ejemplo TicketMaster.com o Entradas.com permiten a los usuarios adquirir entradas a distintos eventos sin necesidad de hacerlo personalmente además de estos ejemplos existen otros que prestan otro tipo servicio al usuario.

Figura 6.1: Página TicketMaster.com.

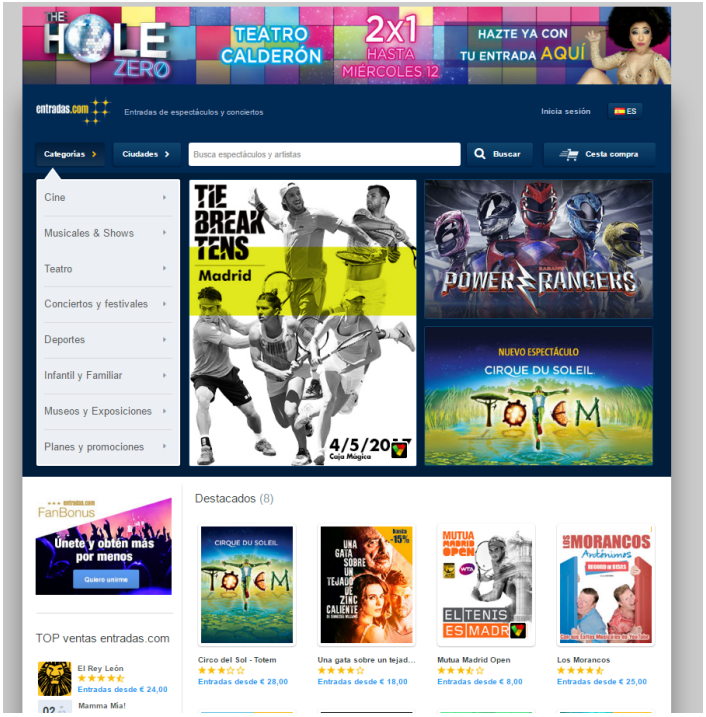


Figura 6.2: Página TicketMaster.com.

Por ello, se pide programar la web de una tienda utilizando Django en el lado del servidor. Es un sitio web de eventos y artistas que permite realizar compras de entradas a los eventos disponibles. Asociado a un evento debe ofrecer información general, un vídeo descriptivo, lista de artistas asociados al evento y el tipo de entradas disponibles. De igual forma a un cantante se le asocia información general, discos disponibles que pueden ser reproducidos, una lista de vídeos y una galería de imágenes.

Funcionalidad Para gestionar el contenido de la Web será necesario utilizar una BBDD. Además, los usuarios tienen que tener acceso a los siguientes servicios de la aplicación y hacer uso de elementos multimedia (imágenes, audio y vídeo) para enriquecer la aplicación:

1. **Cantantes:** Muestra información, vídeos, discos e imágenes del cantante.

2. **Eventos:** Muestra información, localización en la que tiene que emplear peticiones al WebServices de google maps, cantantes y entradas del evento.

Por otra parte, tiene que ser capaz de gestionar los usuarios por medio de las siguientes funciones:

1. **Register:** Entrega un formulario al usuario para registrarse en la aplicación.

2. **Login:** Permite acceder al cliente siempre que se valide el contenido que rellene en el formulario de Login.
3. **Perfil Usuario:** Disponible para aquellos usuarios que hayan realizado el Login y debe mostrar la información que el usuario ha rellenado en la etapa de registro y un historial de las compras realizadas.
4. **Logout:** Permite cerrar la sesión actual del usuario.

La aplicación tiene que utilizar un carrito de la compra basado en la sesión del usuario, con el objetivo de tener un mecanismo de persistencia permitiendo realizar las siguientes acciones:

1. **Detalle del contenido:** Debe mostrar el contenido del carrito en una ventana individual donde se detalla cada uno de los productos.
2. **Actualizar contenido:** Se debe permitir la modificación del número de productos añadidos.
3. **Eliminar contenido:** Se debe permitir eliminar del carrito un producto que seleccione el cliente.

Por último, será necesario emplear peticiones ligeras por medio de Ajax para realizar una búsqueda rápida de un determinado cantan y evento.

Tecnologías Necesarias Es necesario emplear Django como tecnología del servidor, MySQL como BBDD, Web Services , Mapas interactivos además de peticiones Ajax y formularios.

6.2. Desarrollo lado servidor

Esta capa se encarga de buscar información en la BBDD de acuerdo a las peticiones que recibe y de entregar la información a los ficheros html correspondientes para que el navegador se encargue de visualizarlos.

6.2.1. Conexión Django-BBDD

Primer se instalan los controladores de MySQL que permiten a Django acceder a BBDD ejecutado los siguientes comandos `apt -get install python-dev`, `apt -get install libmysqlclient-dev` y `pip install MySQL-python`. Tras esto se incluye el nombre de la BBDD de trabajo dentro del fichero `setting.py`

```
DATABASES = {'default': {
 'ENGINE': 'django.db.backends.mysql',
 'NAME': 'appBBDD',
}
```

Fragmento de Código 6.1: Añadimos la BBDD al entorno de Django.

Modelos

Hasta el momento sólo se ha declaro la BBDD, pero es necesario crear las distintas tablas de la aplicación. Para ello se crean clases python dentro del fichero `models.py` como indica la figura 6.3 que describe el contenido de los modelos [1] diseñados y la relación existente entre ellos.

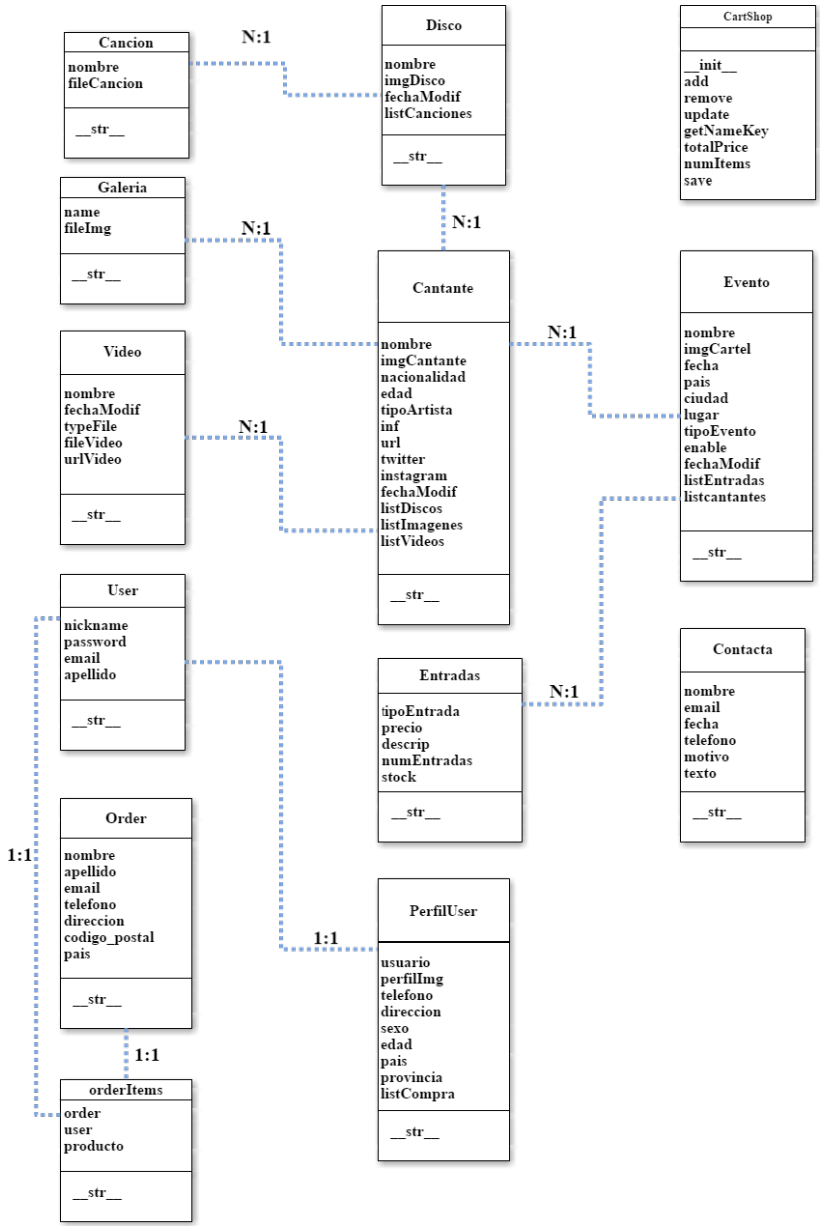


Figura 6.3: Diagrama de modelos de la aplicación.

Para incluir información dentro de los modelos disponemos del interfaz de ad-

[1] https://github.com/RoboticsURJC-students/2015-TFG-Walter-Cuenca

ministración de Django, el cual abstrae el tipo de BBDD utilizada proporcionando un método más amigable para guardar la información por parte del usuario. Para ello se accede a la url *http://128.0.0.1:/WebMultimedia/admin/*, donde se visualizan los modelos incluidos en el fichero `admin.py` como indica la figura 6.4.

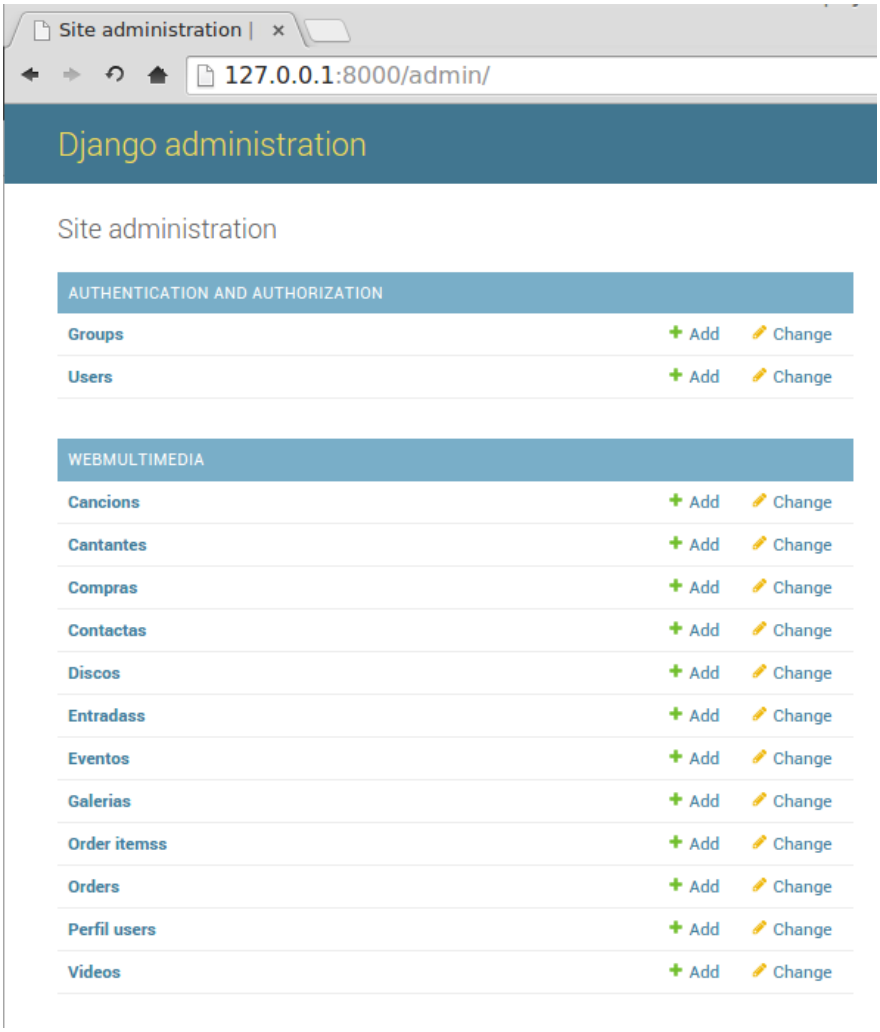


Figura 6.4: Interfaz de administración Django

6.2.2. Formularios

Su objetivo es recolectar información proporcionada por los usuarios y validarla una vez lleguen al servidor. Por ello se genera un fichero `forms.py` con un conjunto de clases python que representan a cada uno de los formulario disponible tal como se ve en la figura 6.5.

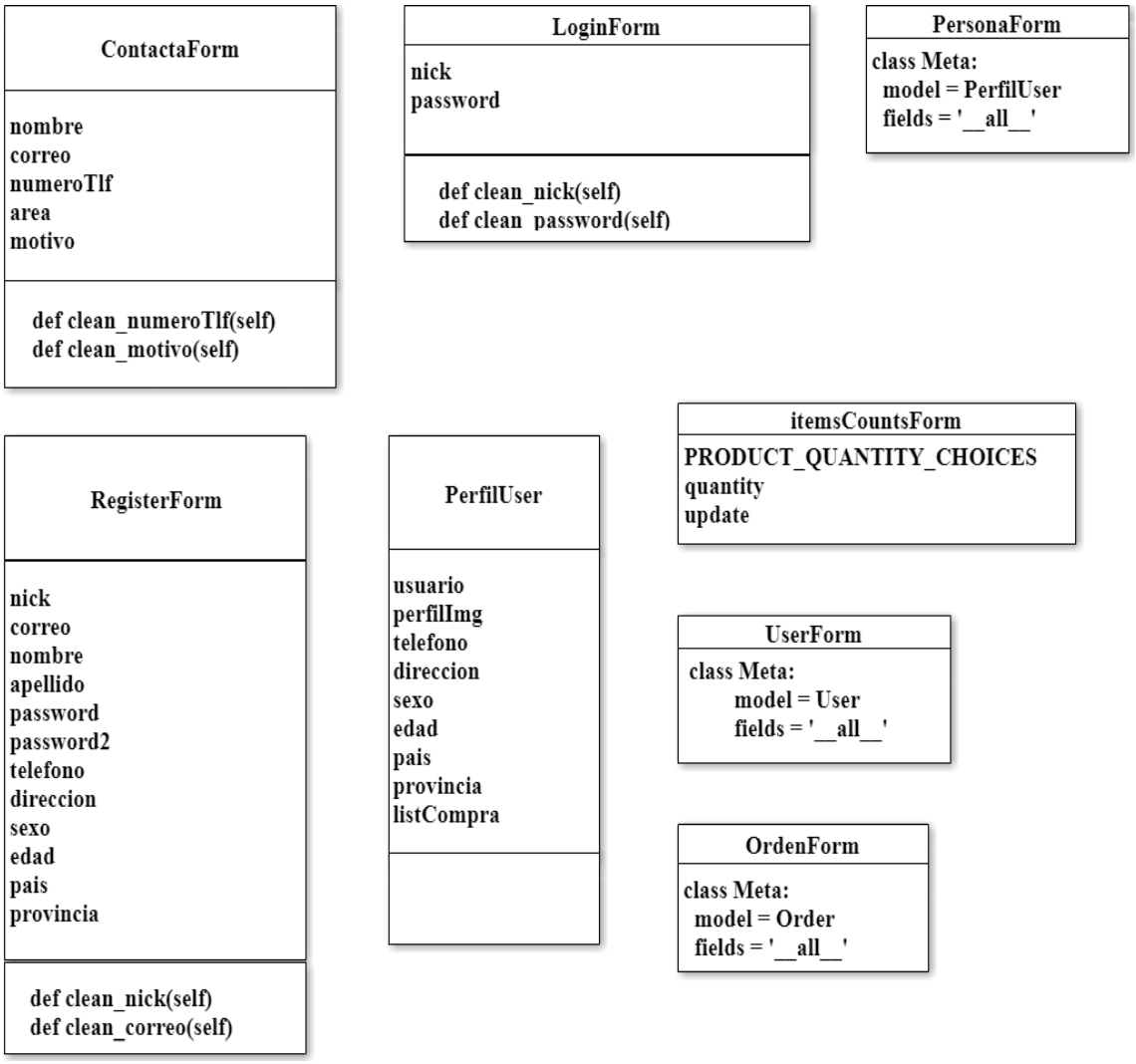


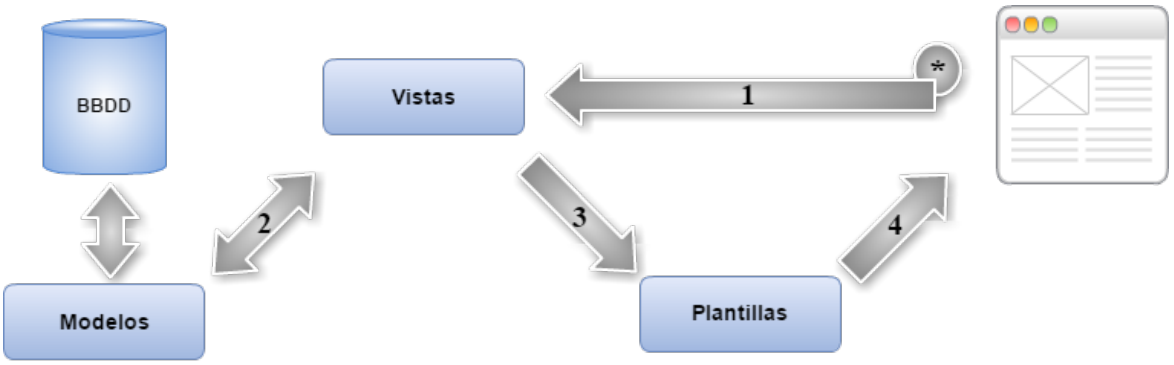
Figura 6.5: Diagrama formularios de la aplicación.

6.2.3. Diseño de URL's y vistas

Es necesario definir dentro del fichero `urls.py` las distintas rutas de acceso a la aplicación para los usuarios. La figura 6.6 muestra las características que tiene cada URL y la vista que tiene asociada.

Como se ha visto cada las URL's tienen asociada una vista que se encargan de gestionar las peticiones recibidas. Una vista es una función python definida dentro del fichero `views.py` que se encarga de interactuar con la BBDD obteniendo y/o guardando información recibida. La figura 6.7 muestra las cinco categorías en las que se han agrupado las vistas según su funcionalidad, a continuación, explicamos cada una de ellas.

1. **Home:** Se encarga de obtener los cantantes y eventos que se han incluido en



*

#	URLs / Vista
1	url(r'^$',views.PageInit)
2	url(r'^Cantantes/(?P<idCantante>[0-9]+)/$',views.PageCantante)
3	url(r'^Eventos/(?P<idEvento>[0-9]+)/$',views.PageEvent)
4	url(r'^Search/$',views.SearchItem)
5	url(r'^WebServRequest/$',views.WSRequest)
6	url(r'^WebServInfoSite/$',views.WSRequestSite)
7	url(r'^Contacta/$',views.PageContact)
8	url(r'^Register/$',views.PageRegister)
9	url(r'^Login/$',views.PageLogin)
10	url(r'^Perfil/$',views.PagePerfil)
11	url(r'^ModifPerfil/$',views.ModifPerfil)
12	url(r'^Logout/$',views.PageLogout)
13	url(r'^AddCar/(?P<idEvento>[0-9]+)/(?P<idTicket>[0-9]+)/$',views.AddCarShop)
14	url(r'^UpdateCart/(?P<idEvento>[0-9]+)/(?P<idTicket>[0-9]+)/$',views.UpdateCart)
15	url(r'^RemoveCart/(?P<idEvento>[0-9]+)/(?P<idTicket>[0-9]+)/$',views.deleteItemCar)
16	url(r'^DetailCar/$',views.DetailCarShop)
17	url(r'^Checkout/$',views.Pagecheckout)
18	url(r'^Thanks/$',views.PageThanks)

Figura 6.6: Diagrama URL's de la aplicación.

la BBDD en los últimos 15 días.

2. **Búsqueda:** Se encargan de buscar un determinado elemento en la BBDD como puede ser un Cantante, Evento o algún elemento de introducido por medio de la barra de búsqueda.

3. **Gestión de Usuarios:** Se encargan de gestionar el registro, login, logout o perfil de un determinado usuario.

4. **Web Services Google:** Se encargan de gestionar peticiones al *Web Services* de Google Maps sobre la geolocalización de un lugar y servicios cercanos.

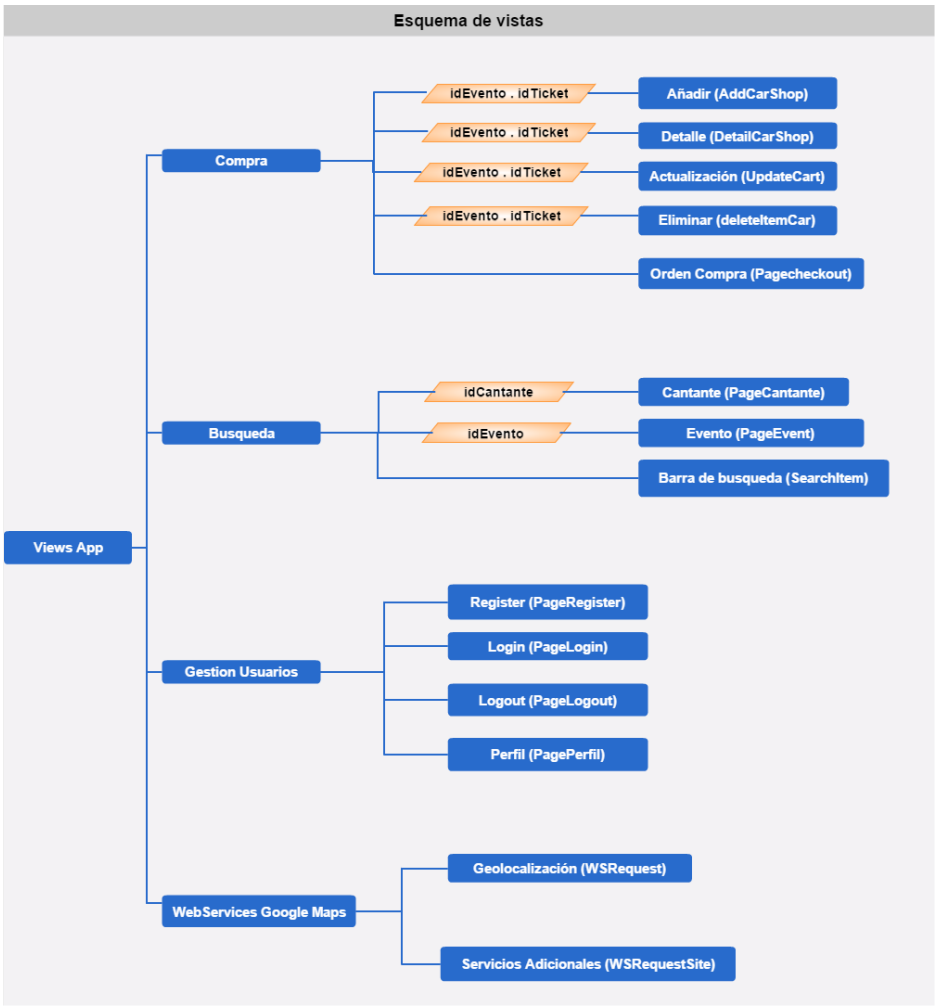


Figura 6.7: Diagrama vistas de la aplicación.

6.3. Desarrollo lado cliente

Esta capa de la aplicación se encarga del diseño de los ficheros html donde se vuelca la información de las vistas. Para acceder a la información es necesario aplicar el lenguaje de plantillas de Django. La figura 6.8 muestra cada uno de los ficheros (html y/o js) creados para la aplicación.

Ahora pasamos a explicar el contenido de cada uno de los ficheros tanto la apariencia como la funcionalidad.

6.3.1. Home

La página principal de la aplicación se obtiene al acceder a la url *'/WebMultimedia/'* donde se visualiza un carrusel de imágenes y una sección de novedades de cantantes y eventos como se ve en la figura 6.9.

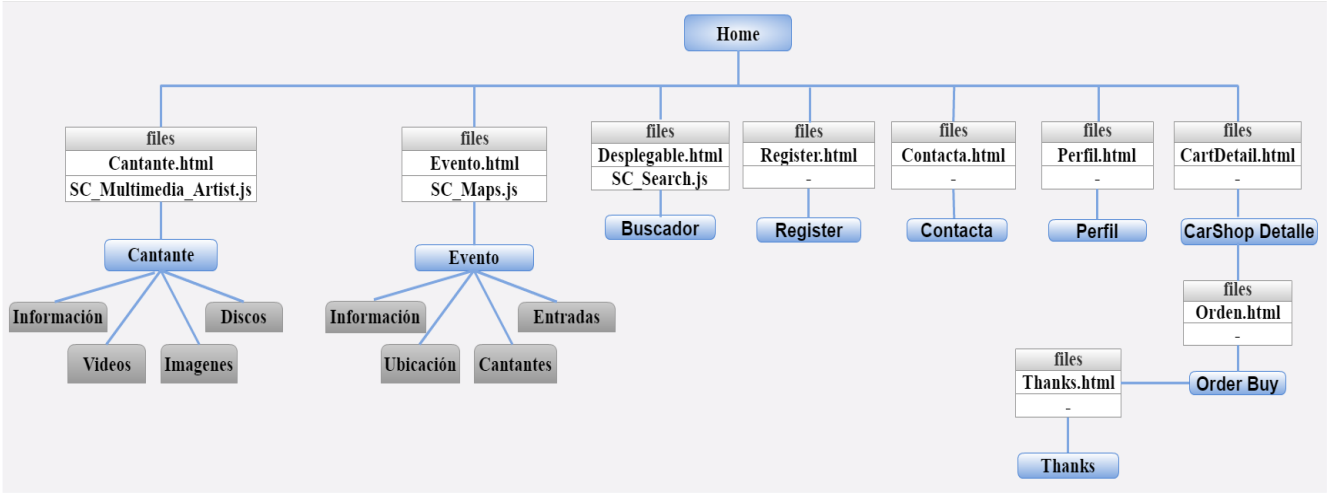


Figura 6.8: Diagrama ficheros Front-End de la aplicación.

6.3.2. Barra de Navegación

Es el elemento principal de la aplicación donde se encuentran los accesos a las ventanas de la aplicación. En las siguientes subsecciones se muestra el aspecto y funcionalidad en el caso que corresponda de los distintos accesos.

Buscador

Permite a los usuarios buscar cantantes o eventos introduciendo el nombre en el buscador obteniendo como resultado un desplegable. La figura 6.10 muestra la apariencia.
Funcionalidad: La función `sendInfo()` recupera la información introducida por el usuario y valida su longitud ya que tiene que ser mayor a dos caracteres. Tras la validación realizamos una llamada Ajax a la url */WebMutimedia/Search/* por medio de la función `AjaxRequest(data)`.

```
function sendInfo(){
  texto = $('#textSearch').val();
  if(texto.length > 2){
    AjaxRequest(texto);
  }else{
    $("table#tbSearch").remove();
  }
}
function AjaxRequest(data){
  $.ajax({type: "POST",
    url:'/WebMutimedia/Search/',
    data: {'textRequest' : data,
      'csrfmiddlewaretoken': $("input[name=csrfmiddlewaretoken]").
```

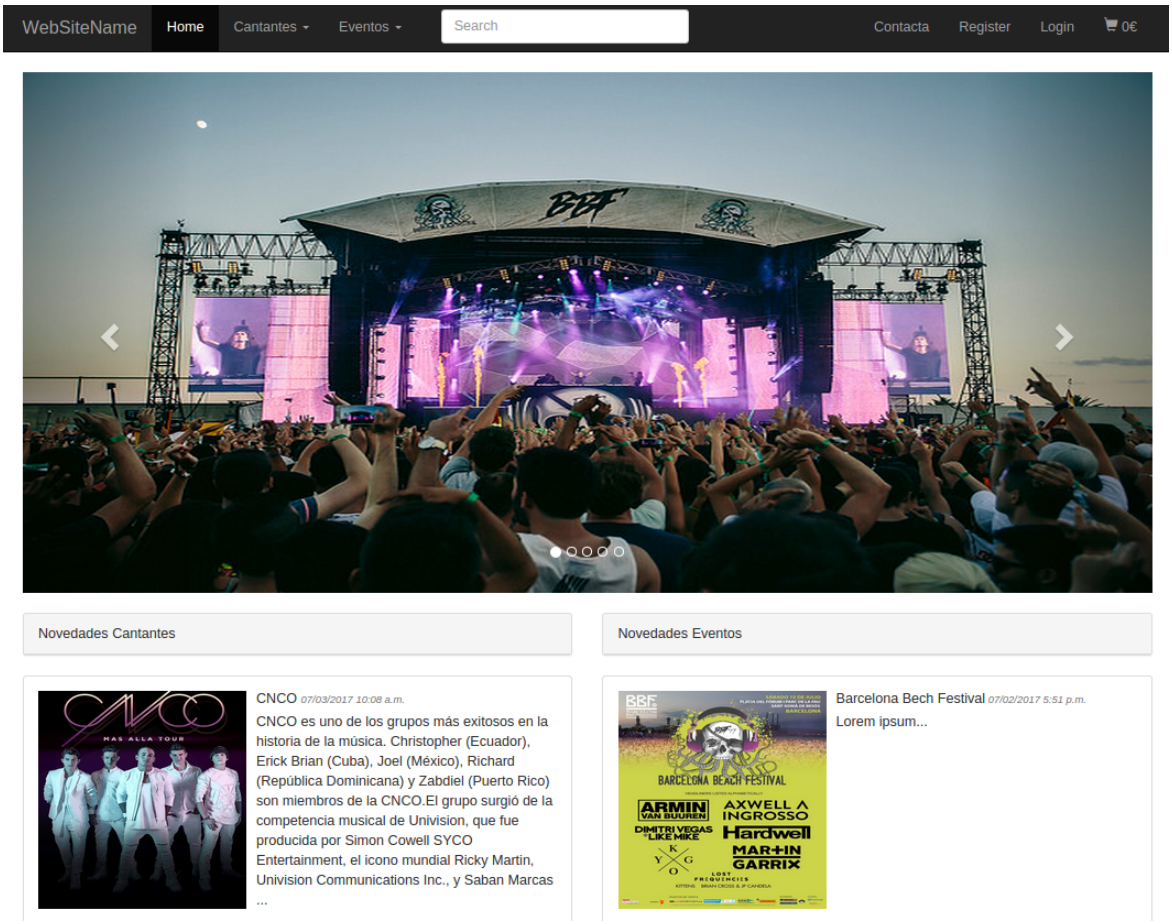


Figura 6.9: Página Principal.

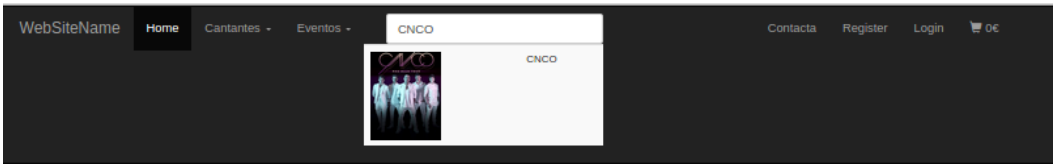


Figura 6.10: Buscador de la aplicación.

```
        val(),
    },success: resulSearch,dataType: 'html',});
}
```

Fragmento de Código 6.2: Petición Ajax buscador aplicación.

La función `resulSearch()` definida en la petición se encarga de recibir la respuesta e insertarla en la página.

```
function resulSearch(data, textStatus, jqXHR){
    $('#listSearch').html(data);
}
```

Fragmento de Código 6.3: Respuesta Ajax buscador aplicación.

Contacta

Al acceder al enlace se redirecciona al usuario a la url */WebMutimedia/Contacta* obteniendo como resultado un formulario del contacta como se ve en la figura 6.11.

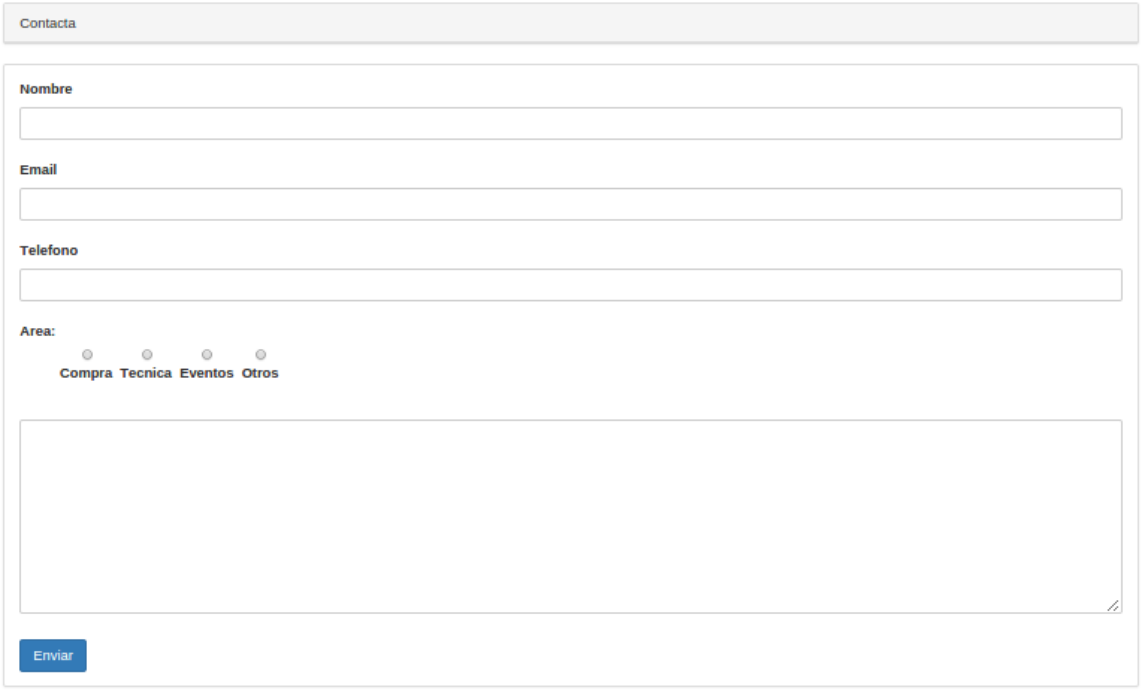


Figura 6.11: Página Contacta.

Register

Al acceder al enlace se redirecciona al usuario a la url */WebMutimedia/Register* obteniendo como resultado el formulario de registro, como se ve en la figura 6.12.

Login

Al pulsar el enlace se activa el formulario de la figura 6.13 que contiene como campos el nombre del usuario y password que se enviara a la url */WebMultimedia/-*

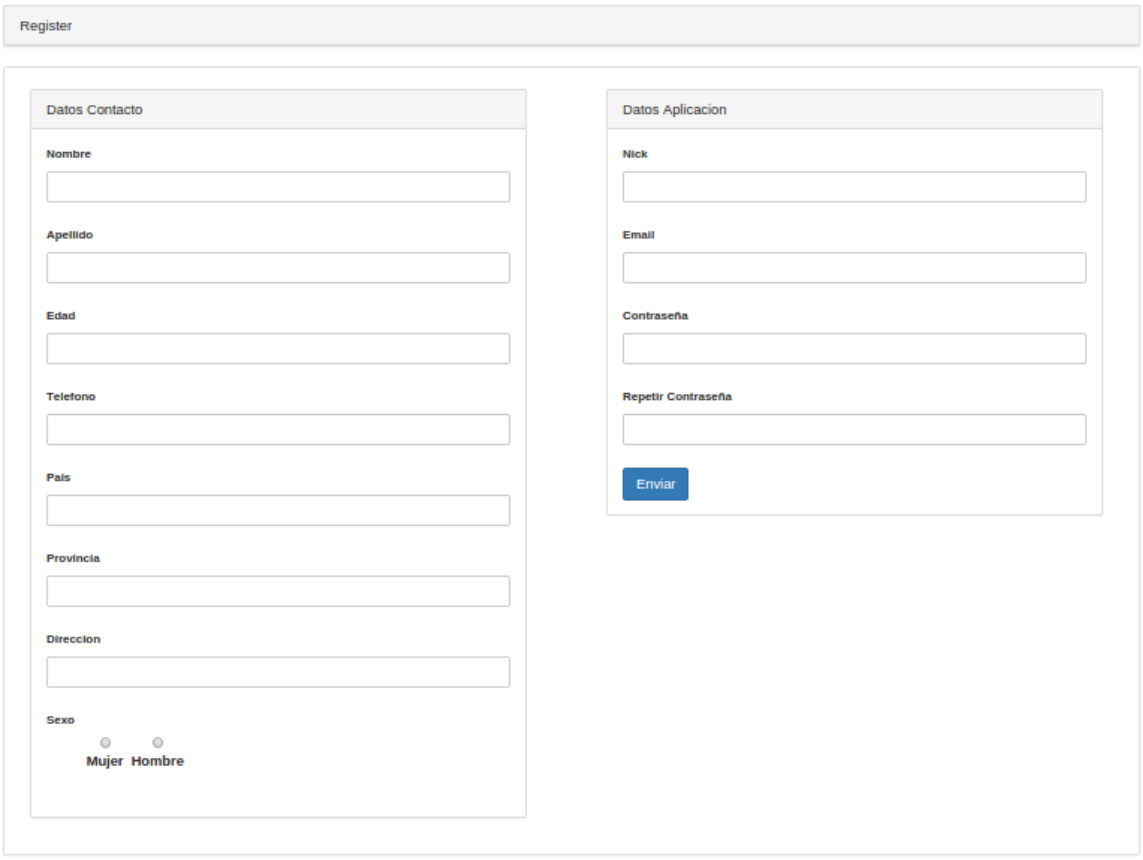


Figura 6.12: Página Registro.

Login.

Perfil

Al pulsar el enlace se redirecciona a la url */WebMutimedia/Perfil* obteniendo como resultado la figura 6.14 donde se muestra la información del usuario y las compras realizadas en la aplicación.

Logout

Al acceder a este enlace se redirecciona a la url */WebMultimedia/Logout* que finaliza la sesión del usuario.

6.3.3. Cantantes

El usuario selecciona un cantante del desplegable provocando la redirección a la url */WebMultimedia/Cantante/idCantante/* que muestra la información del cantante

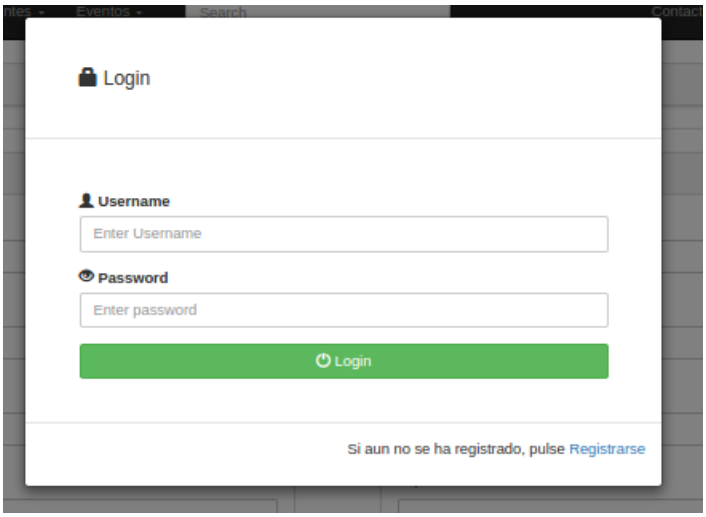


Figura 6.13: Formulario Login.

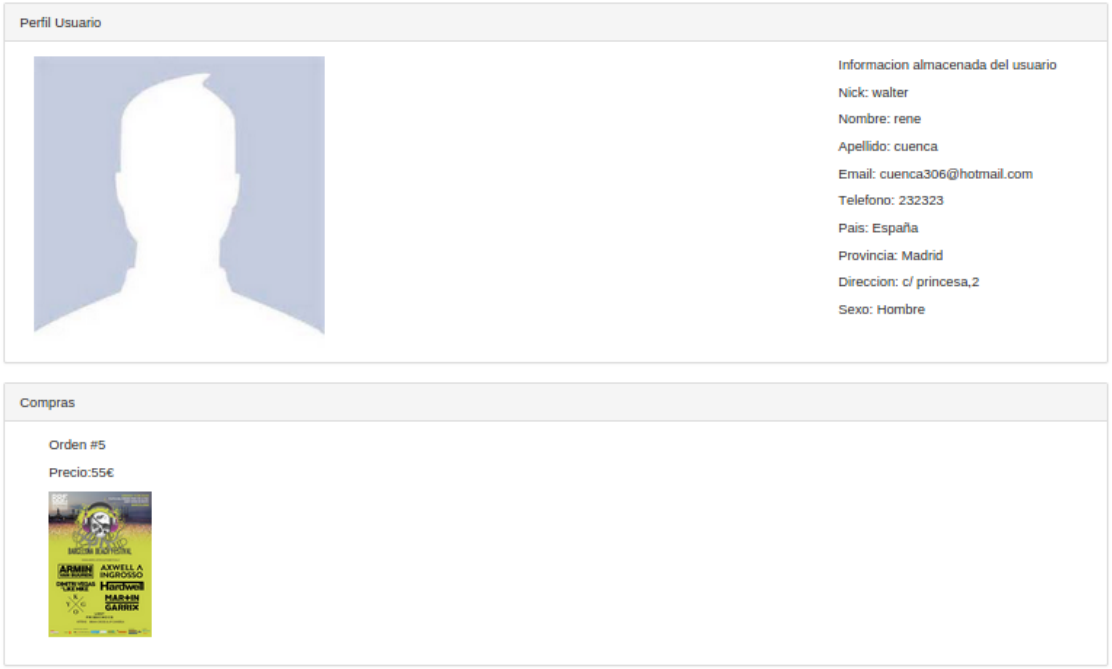


Figura 6.14: Pagina Perfil Usuario.

distribuida en cuatro *tabs* que pasamos a explicar.

Información

Contiene información del cantante además de su foto, como se ve en la figura 6.15.

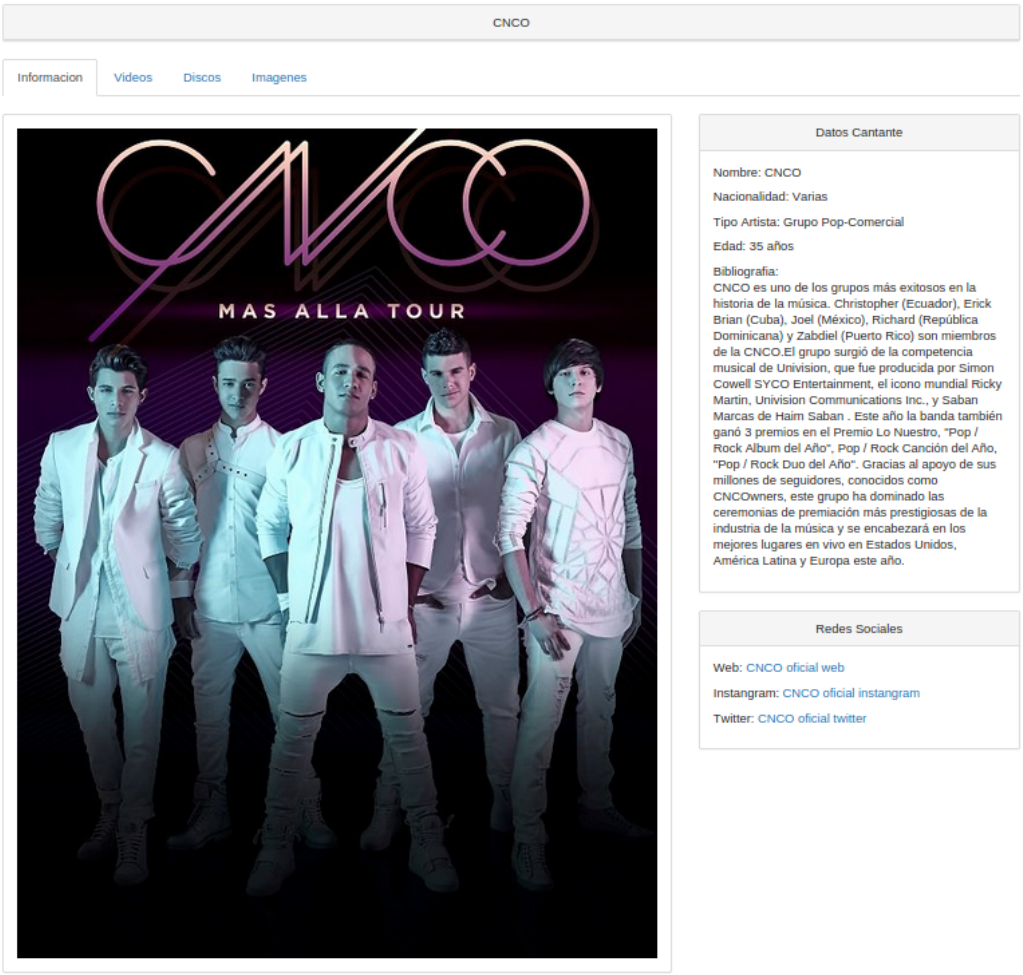


Figura 6.15: Página Cantante panel Información.

Vídeos

Contiene una lista con los vídeos de los que dispone la aplicación sobre el cantante como muestra la figura 6.16.
Funcionalidad: Para permitir que los usuarios seleccionen un vídeo de la lista creamos la función `loadVideo(file,tipo)` y lo vinculamos a cada uno de los elementos. La función evalúa el tipo de archivo del que se trata ya que puede ser **<iframe>** o `<video>` y así reproducirlo a través del elemento adecuado.

```
function loadVideo(file,tipo){
```

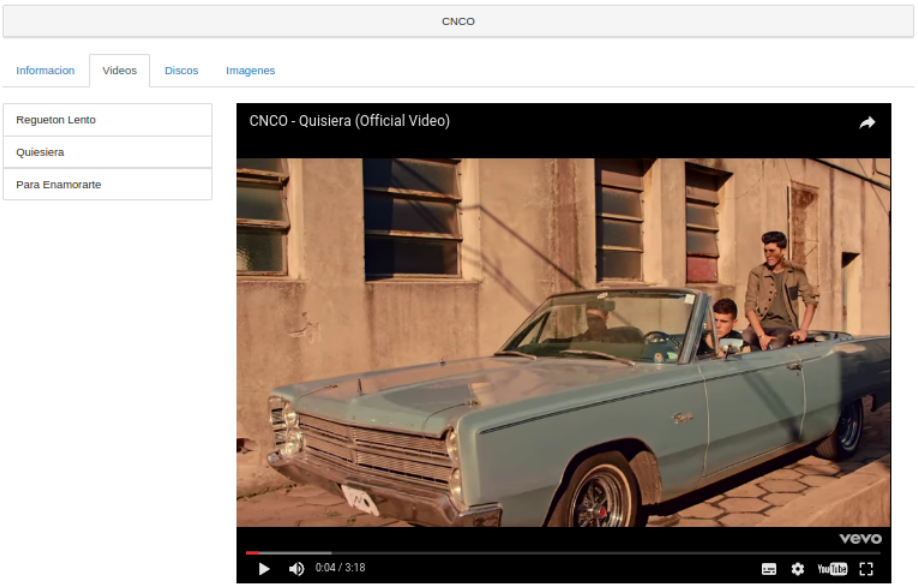


Figura 6.16: Página Cantante panel Vídeos.

```
 if(tipo == 'iframe'){
  $('iframe').attr("src",file);
  $("video").hide();
  $("iframe").show();
 }else{
  var path ='/media/'+file;
  $('video').attr("src",path);
  $("iframe").hide();
  $("video").show();
 }
}
```

Fragmento de Código 6.4: Función carga de vídeos.

Discos

Contiene los discos relacionados con el cantante además de una lista de reproducción para escuchar las canciones de un disco tras ser seleccionado. La apariencia se muestra en la figura 6.17.
Funcionalidad: Los usuarios al seleccionar provoca la llamada a la función `loadList)`. La función carga la imagen del disco y las canciones en la lista de reproducción.

```
function loadList(elemente,imagen){
 $('#ImgRepro').attr('src','/media/'+imagen);
 var idElemento = $(elemente).attr("id");
```

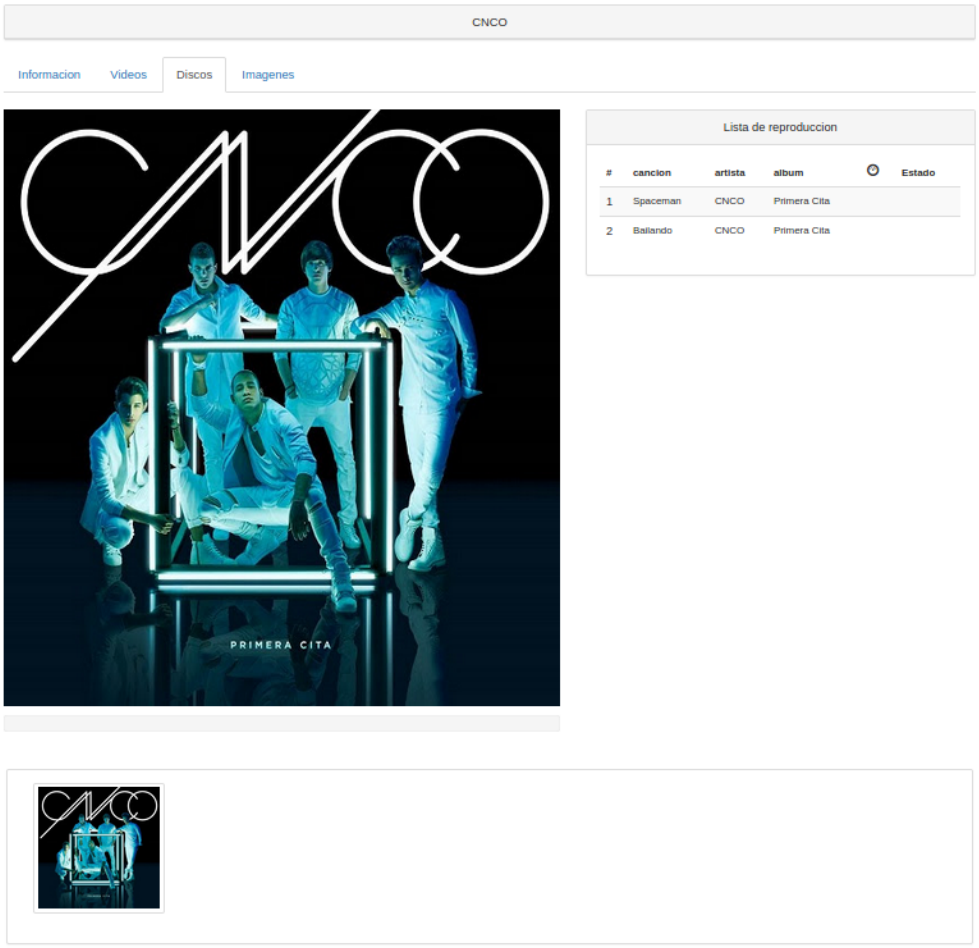


Figura 6.17: Página Cantante panel Discos.

```
 var divListSong = $('#'+idElemento).siblings('div');
 var idDivListSong = $(divListSong).attr("id");
 $("table#x").remove();
 $('#'+idDivListSong).children('table').clone().appendTo($('#x'));
}
```

Fragmento de Código 6.5: Función carga lista de reproducción.

Para reproducir una canción de la lista se emplea la función `loadSong()`. La función se encarga de obtener el elemento a reproducir y actualiza el tiempo duración en la lista de producción.

```
function loadSong(name,idElement,urlSong){
 var idTimer = 'timer_'+idElement;
 var state_Actual = 'state_'+idElement;
 var path = '/media/'+urlSong;
 var audio = document.getElementById('repro');
```

```
  if(!audio.paused){
   audio.pause();
  }
  if (state_Actual != stado_Old && stado_Old != ''){
   document.getElementById(stado_Old).innerHTML = '';
  }
  audio.src = path;
  audio.onloadeddata=function() {
   var str_Time = convertSeg_Min(audio.duration);
   document.getElementById(state_Actual).innerHTML = '
      Reproduciendo';
   document.getElementById(idTimer).innerHTML = str_Time;
   audio.play();
   stado_Old = state_Actual;
  }
 }
```

Fragmento de Código 6.6: Función reproducir canción.

Imágenes

Contiene un conjunto de imágenes en forma de galería, como se ve en la figura 6.18.

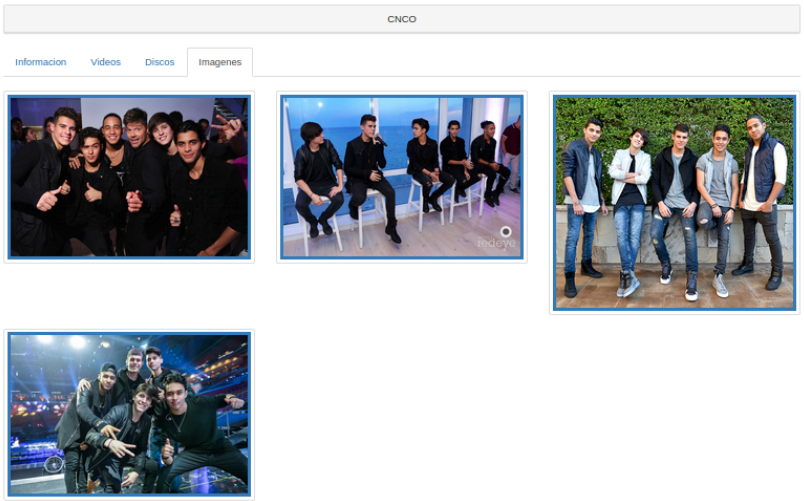


Figura 6.18: Pagina Cantante pestaña imágenes.

6.3.4. Eventos

Al seleccionar un evento del desplegable redirecciona al usuario a la url */Web-Multimedia/Eventos/idvento/* que muestra la información en cuatro paneles que pasamos a explicar.

Información

Este panel contiene varia información sobre el evento, como se ve en la figura 6.19.

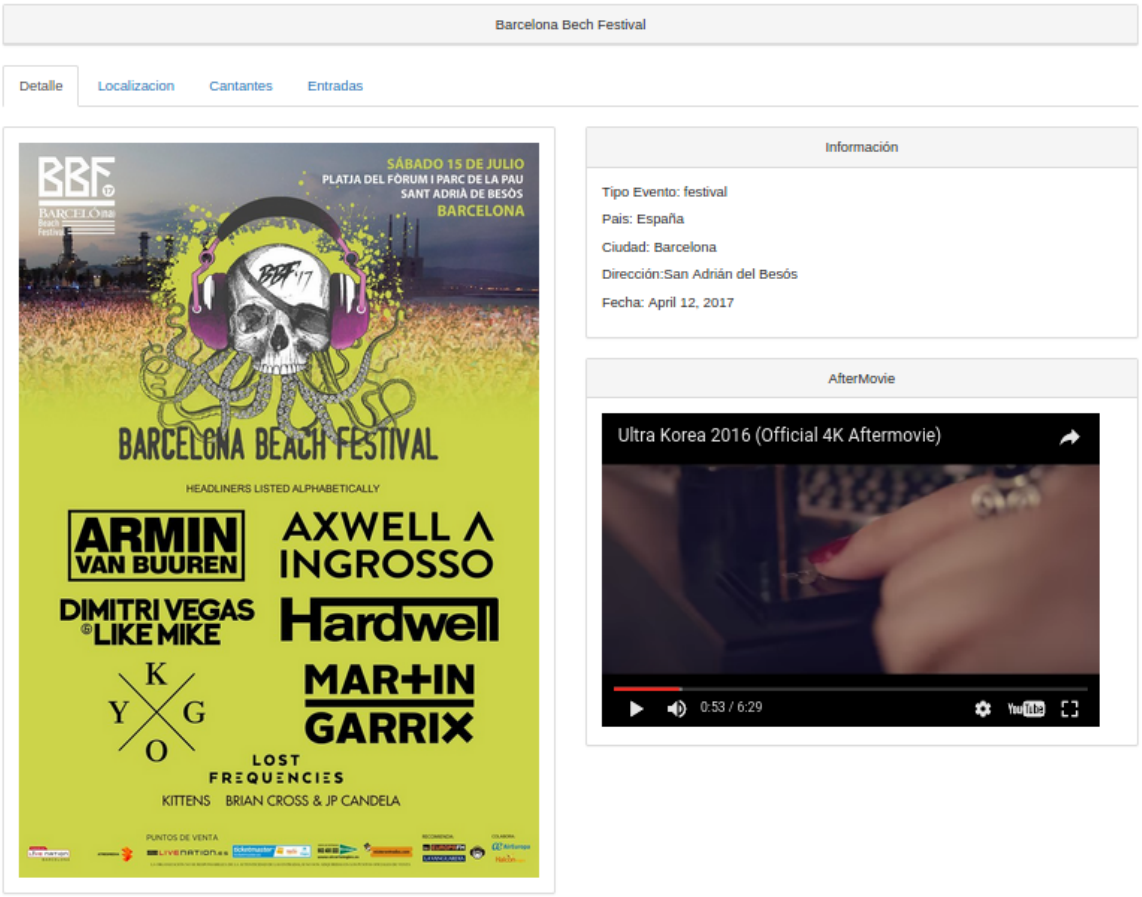


Figura 6.19: Página Evento panel Información.

Ubicación

Muestra la ubicación del evento y los servicios(hoteles, restaurantes) alrededor del lugar en un mapa, como se ve en la figura 6.20.
Funcionalidad: Se realiza una llamada Ajax a la url */WebMutimedia/WebServRequest/*

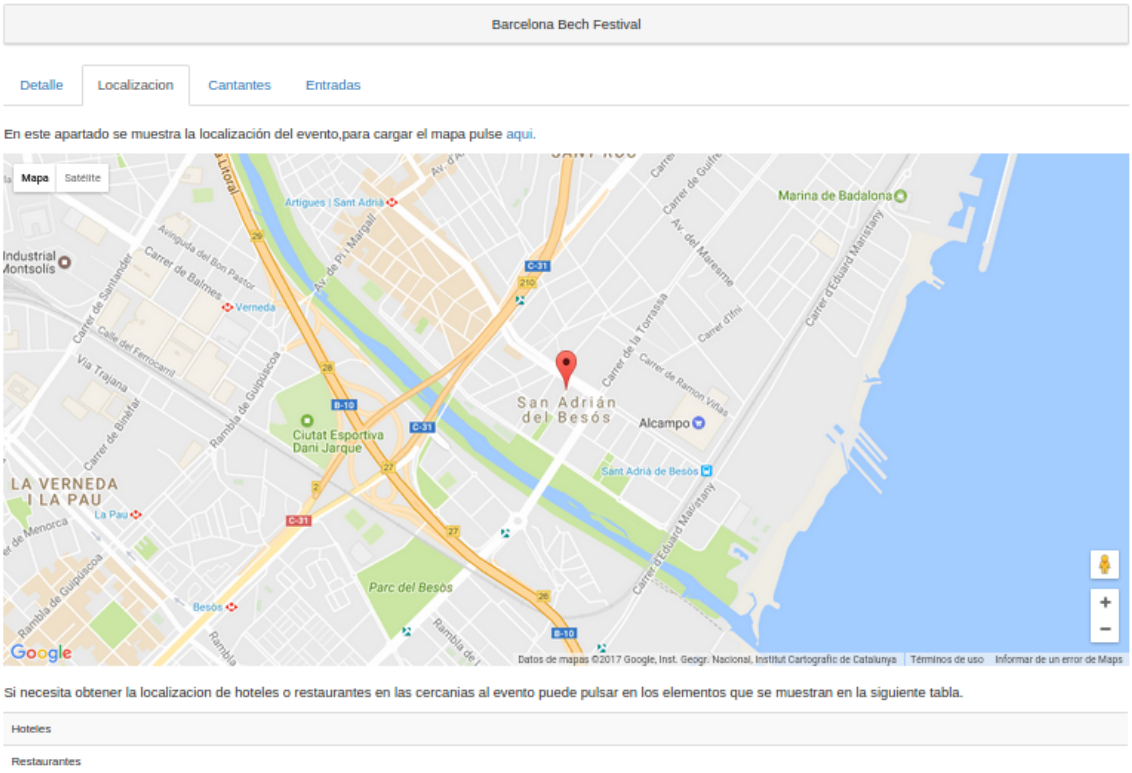


Figura 6.20: Página Evento panel ubicación.

con el nombre del lugar. Definimos la función `searchSucess` para recuperar la respuesta del servidor.

```
$.ajax({

 type: "POST",
 url:"/WebMutimedia/WebServRequest/",
 data: {
  'site' :$('#direct').text(),
  'csrfmiddlewaretoken': $("input[name=csrfmiddlewaretoken]").val
      (),
 },
 success: searchSucess,
 dataType: 'html',

});
```

Fragmento de Código 6.7: Petición Ajax sobre la ubicación del lugar.

La función `searchSucess` extrae desde formato JSON el contenido de la variable `data` para obtener la información estructurada de las coordenadas accediendo

al campo `geometry.location`.

```
function searchSucess(data, textStatus, jqXHR){
 var infoRequest = JSON.parse(data);
 coordenadas = infoRequest.results[0].geometry.location;
 WarchMap();
}
```

Fragmento de Código 6.8: Respuesta Ajax sobre la ubicación del lugar.

La función `WarchMap()` se encarga de crear el mapa realizando una instancia de `google.maps.Map()` que recibe como parámetro el lugar de la página donde sera dibujado y sus propiedades, que se definen en la variable `mapProp`. Finalmente con las coordenadas realiza una instancia de `google.maps.Marker` asociándolo al mapa para indicar el lugar del evento.

```
function WarchMap(){
 var lat = parseFloat(coordenadas.lat);
 var long = parseFloat(coordenadas.lng);

 var mapProp = {
   center:new google.maps.LatLng(lat,long),
   zoom:15,
   mapTypeId:google.maps.MapTypeId.ROADMAP,
 };

 map=new google.maps.Map(document.getElementById("Maps"),mapProp)
    ;

 var marker = new google.maps.Marker({
  position: { lat:parseFloat(coordenadas.lat),lng:parseFloat(
     coordenadas.lng) },
  draggable: true,
  animation: google.maps.Animation.BOUNCE,
  map: map,
  title: 'Concierto'
 });

}
```

Fragmento de Código 6.9: Creación Mapa con la ubicación del evento.

Cantantes

El panel contiene imágenes de los cantantes que tienen relación con el evento seleccionando, como se puede ver en la figura 6.21.

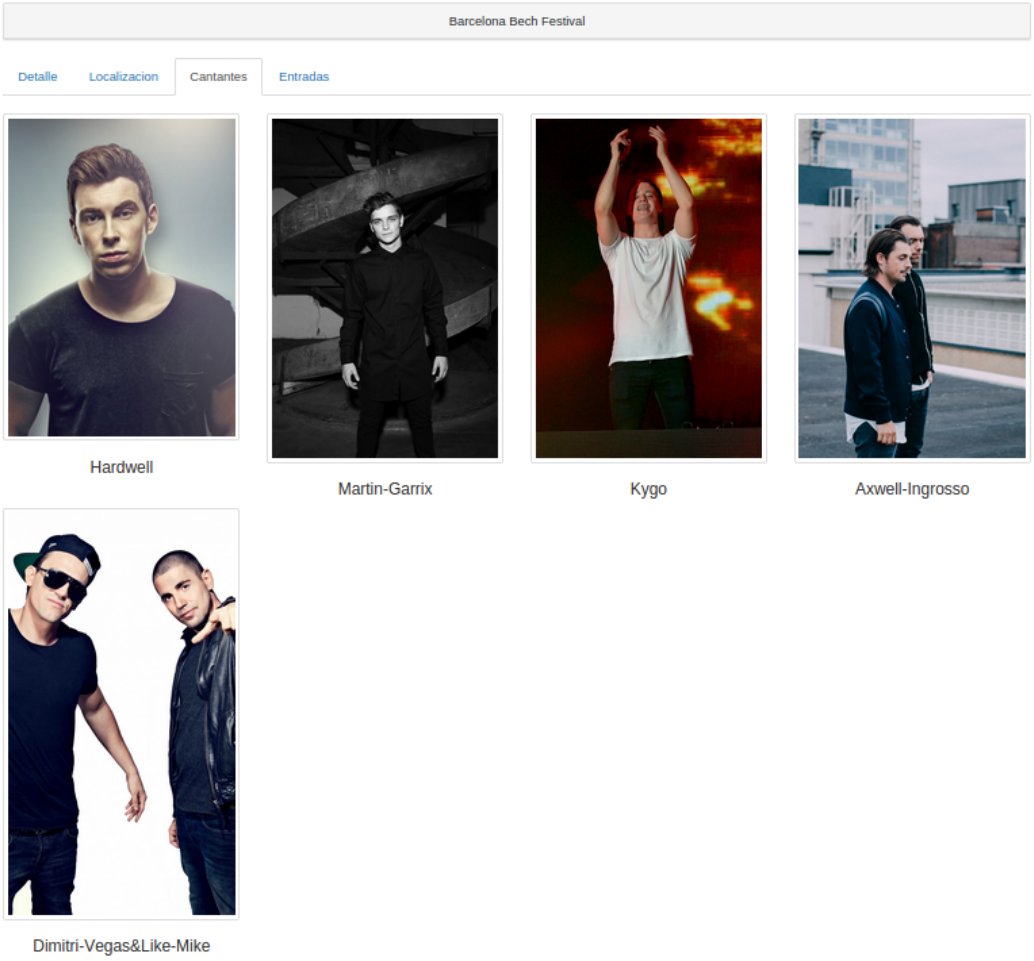


Figura 6.21: Página Evento panel Cantantes.

Entradas

El panel contiene las entradas de las que dispone el evento además de una pequeña descripción, como se puede ver en la figura 6.22.

Funcionalidad: Los usuarios añaden contenido al carrito de la compra por medio del botón *Add Cart* disponible en cada tipo de entrada que redirecciona a la url */WebMutimedia/AddCart/evento.id/ticket.id* provocando que se añada este elemento al carrito de la compra del usuario.

6.3.5. Carrito de la Compra

Es necesario permitir a los usuarios visualizar el detalle de su compra por lo que al pulsar sobre el enlace de la barra de navegación accedemos a la url */WebMutimedia/DetailCar/* para ver cada uno de los productos, como se ve en la figura 6.23.

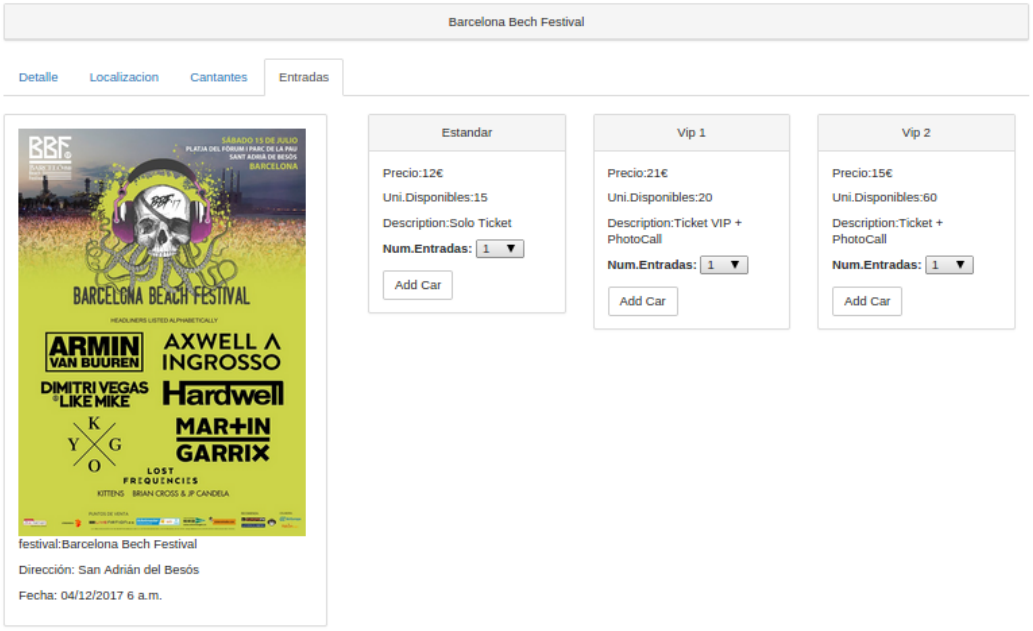


Figura 6.22: Página Evento pestaña Entradas.

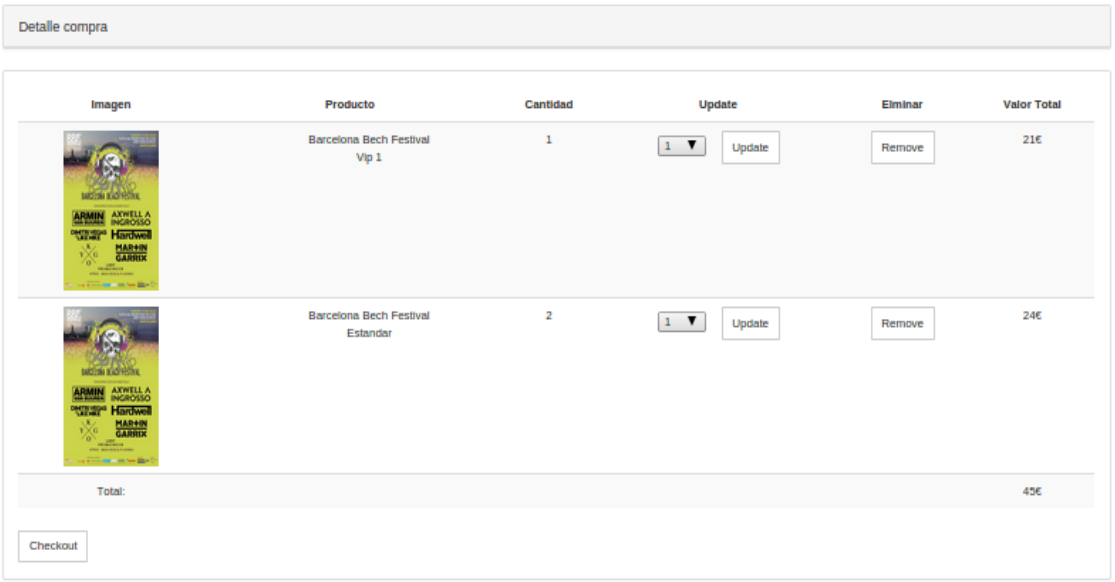


Figura 6.23: Página Detalle Carrito.

Funcionalidad: Dentro del detalle de la compra es necesario proveer de varias acciones que explicamos a continuación para que el usuario pueda realizar modificaciones del contenido de su carrito.

1. **Actualizar**: Al seleccionar un nuevo número de entradas y pulsar *'Update'* se redirecciona la petición a la url *WebMultimedi/UpdateCart/idEvento/idTicket/* que se encarga llevar acabo la acción.

2. **Eliminar**: Al pulsar *'Remove'* se redirecciona la petición a la url *WebMultimedia/RemoveCart/idEvento/idTicket/*

3. **Checkout**: Permite pasar a tramitar la orden de compra de los productos redireccionando la acción a la url *WebMultimedia/Checkout/*.

6.3.6. Orden de Compra

Esta ventana es visible cuando el usuario desea terminar la compra del contenido de su carrito ya que muestra un resumen de los elementos añadidos y un formulario con los datos del usuario para generar la orden. El aspecto de esta página se muestra en la figura 6.24.

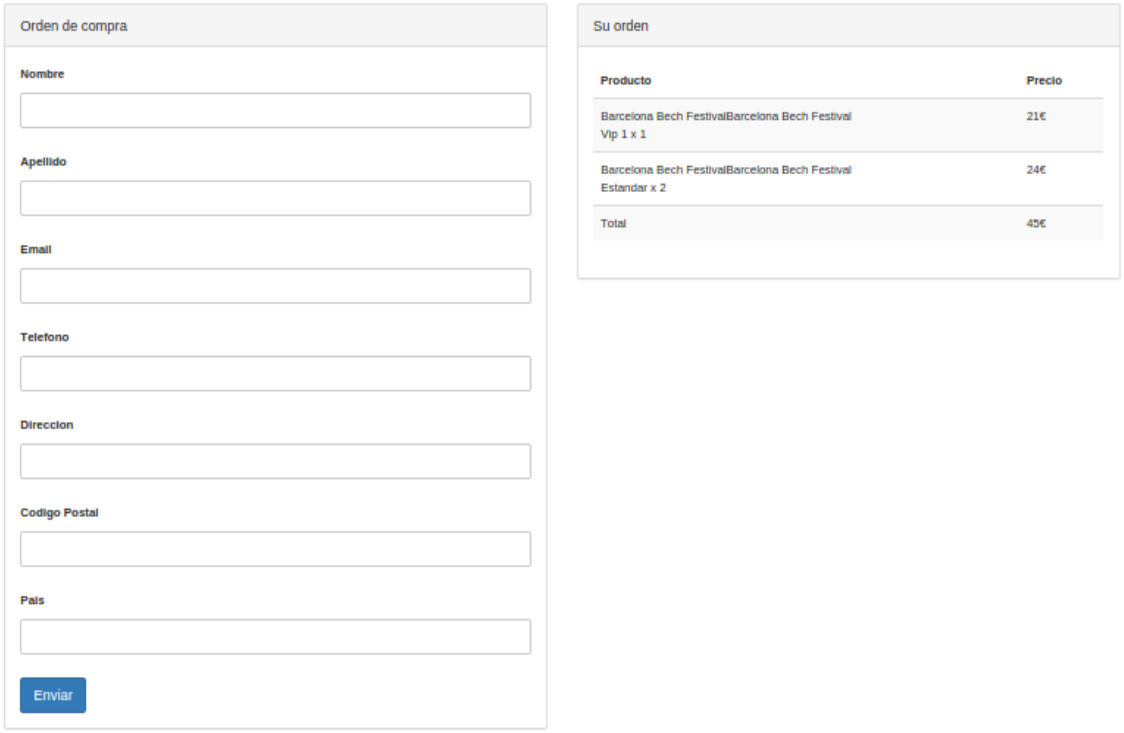


Figura 6.24: Página Orden Compra.

6.4. Validación Experimental

En esta sección se presenta un acceso estándar a la aplicación. Accedemos a la url *127.0.0.1:800/WebMultimedia/* que muestra la página de inicio de la aplicación (6.25), donde se puede apreciar los elemento que se han descrito a lo largo de este capítulo.

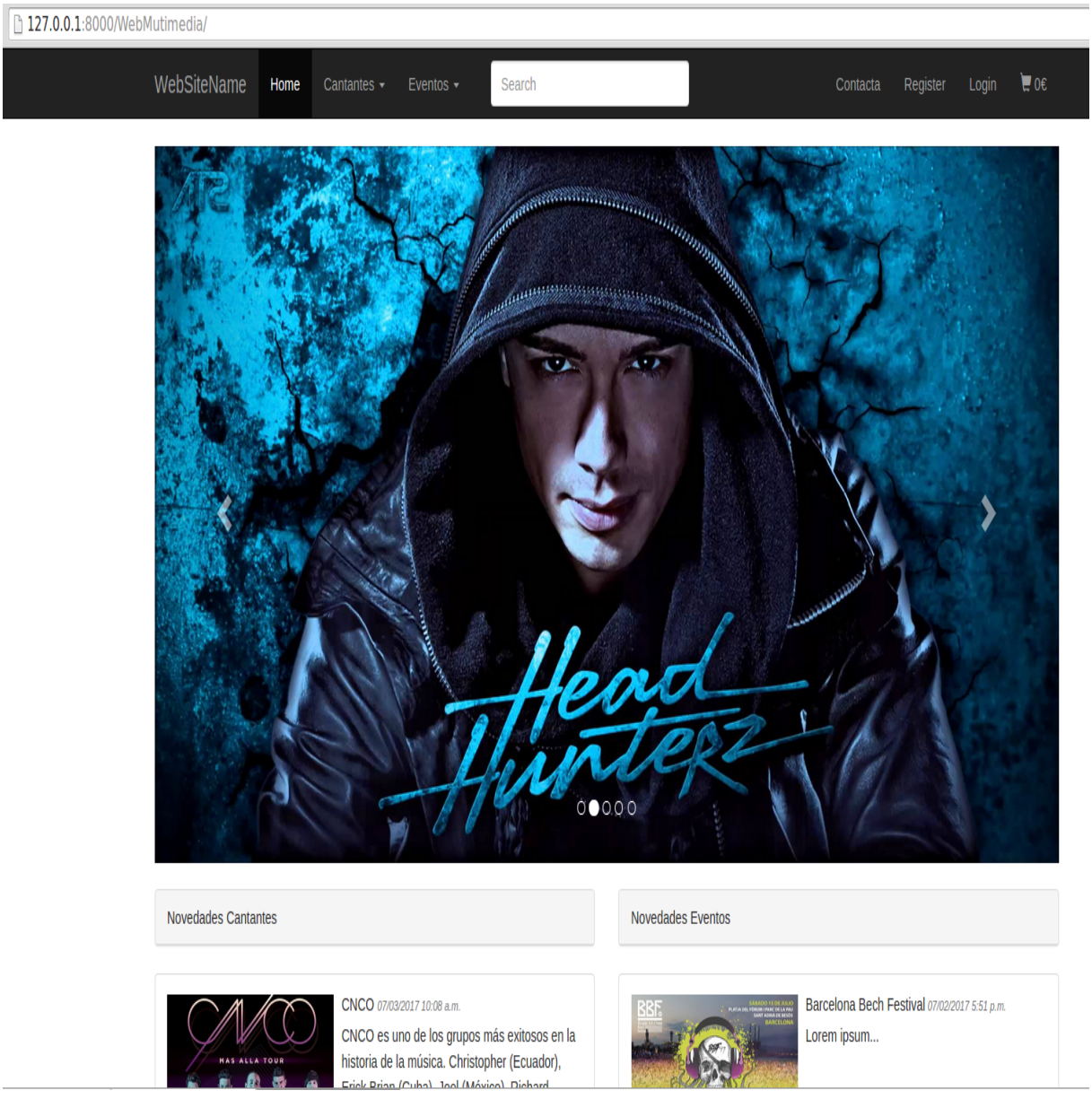


Figura 6.25: Página inicial de la aplicación.

Tras esto pulsamos en el enlace Cantantes de la barra de navegación permitiendo el acceso al contenido solicitado. Como se puede ver la url a la que se accede

tiene el id del cantante como parámetro y el contenido está divido en cuatro *tabs* (6.26)

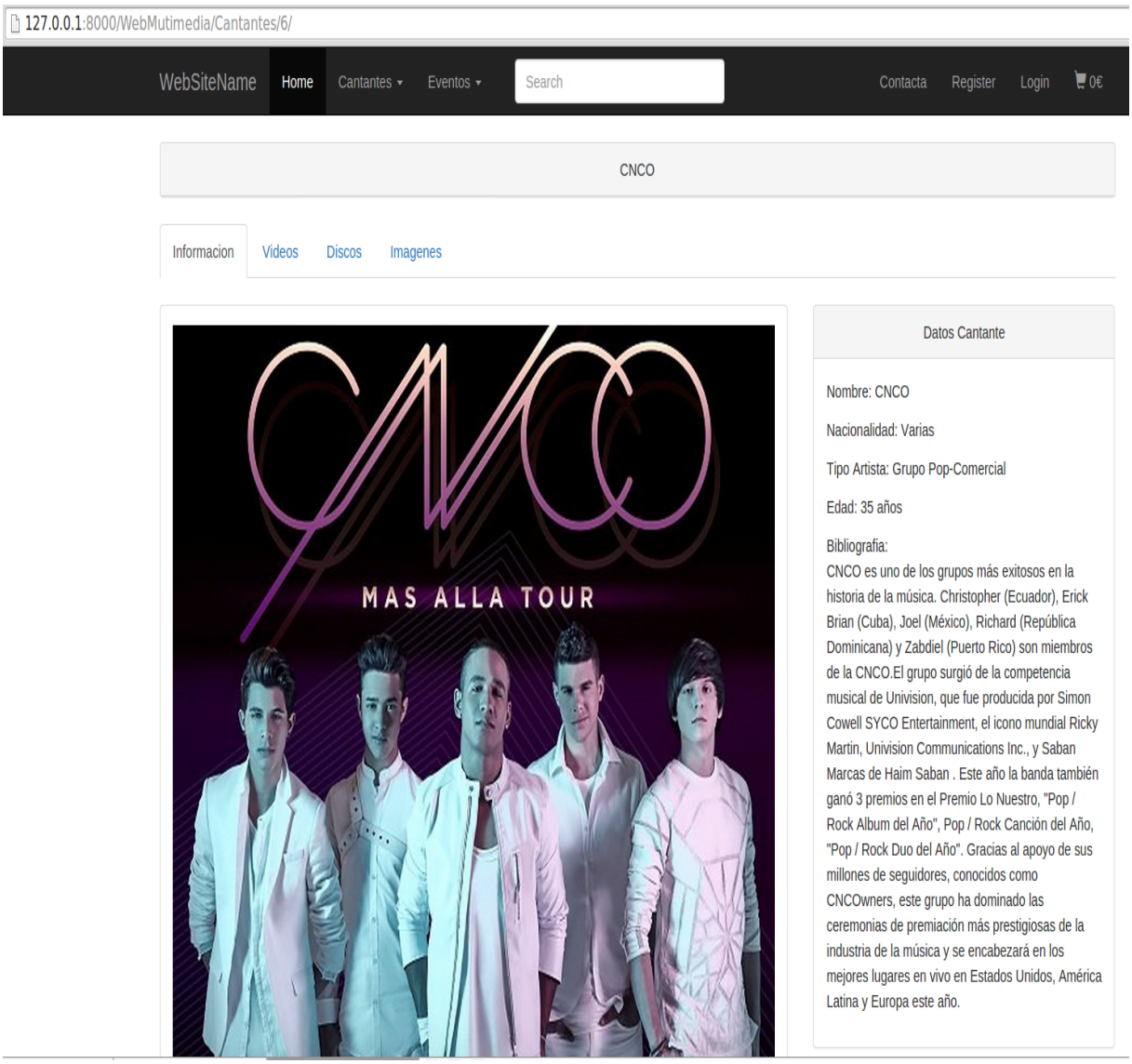


Figura 6.26: Página cantante CNCO de la aplicación.

La misma lógica se aplica en la selección de un evento donde se verifica las mismas características que en el caso anterior, como se puede ver en la figura 6.27.

Por último, se va a realizar una compra de entradas en la aplicación para validar esta característica. Primero realizamos login dentro de la aplicación, tras esto accedemos al evento de *Barcelona Bech Festival* y seleccionamos siete entradas y pulsamos el botón *add Cart* (figura 6.28).

Ahora accedemos al detalle de la compra para validar que el contenido se ha añadido correctamente (figura 6.29).

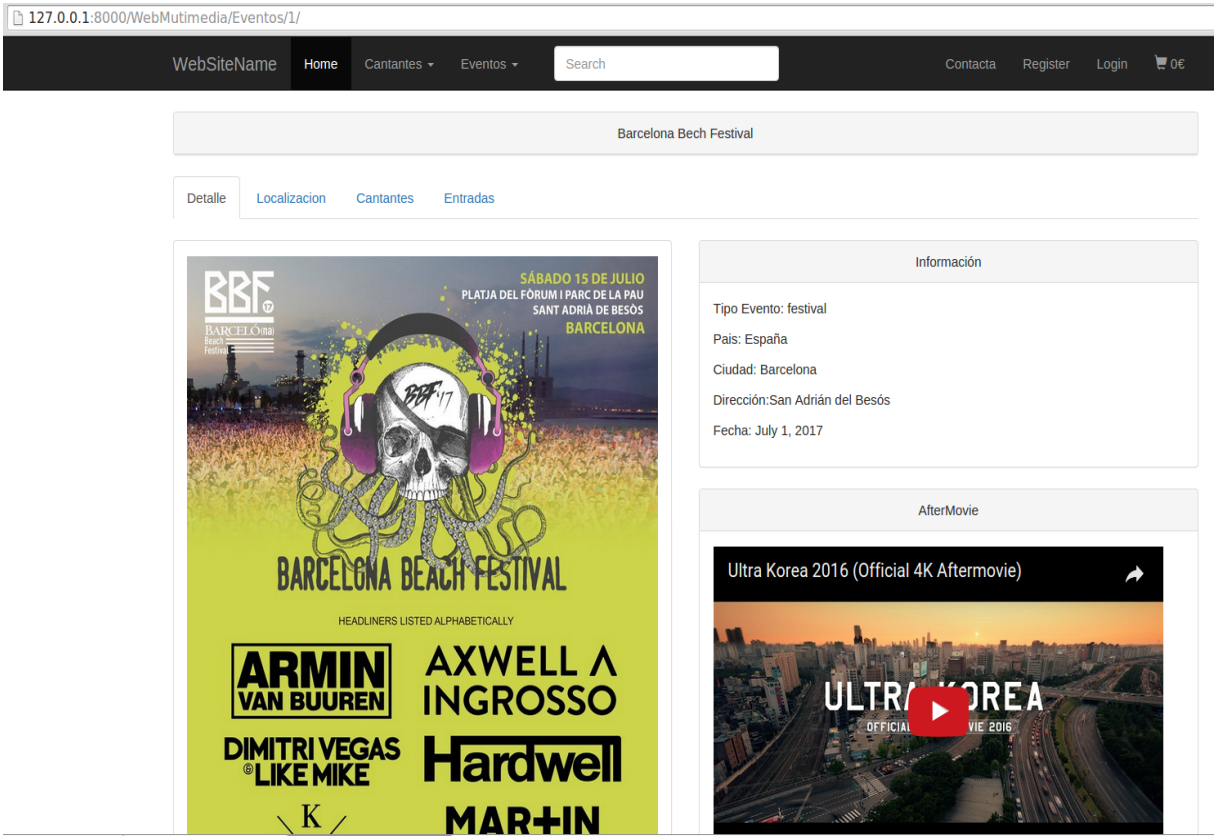


Figura 6.27: Página evento BBF de la aplicación.

Para terminar vamos a realizar el *checkout* de la compra por lo que la aplicación nos direcciona a la página de orden de compra para rellenar los datos necesarios (figura 6.30).

Por último, se comprueba que la orden se ha guardado correctamente en BBDD (figura 6.31) y se ha asociado la compra al perfil del usuario (figura 6.32).

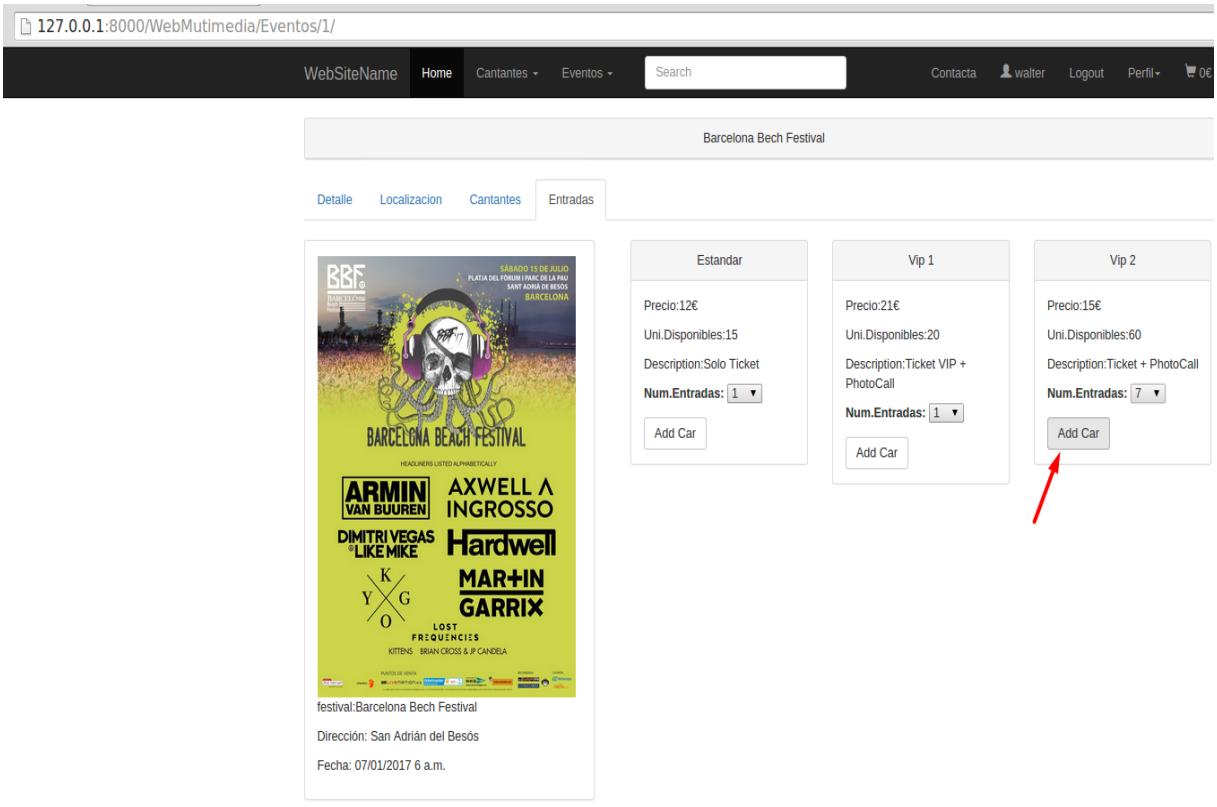


Figura 6.28: Página evento BBF tab entradas de la aplicación.

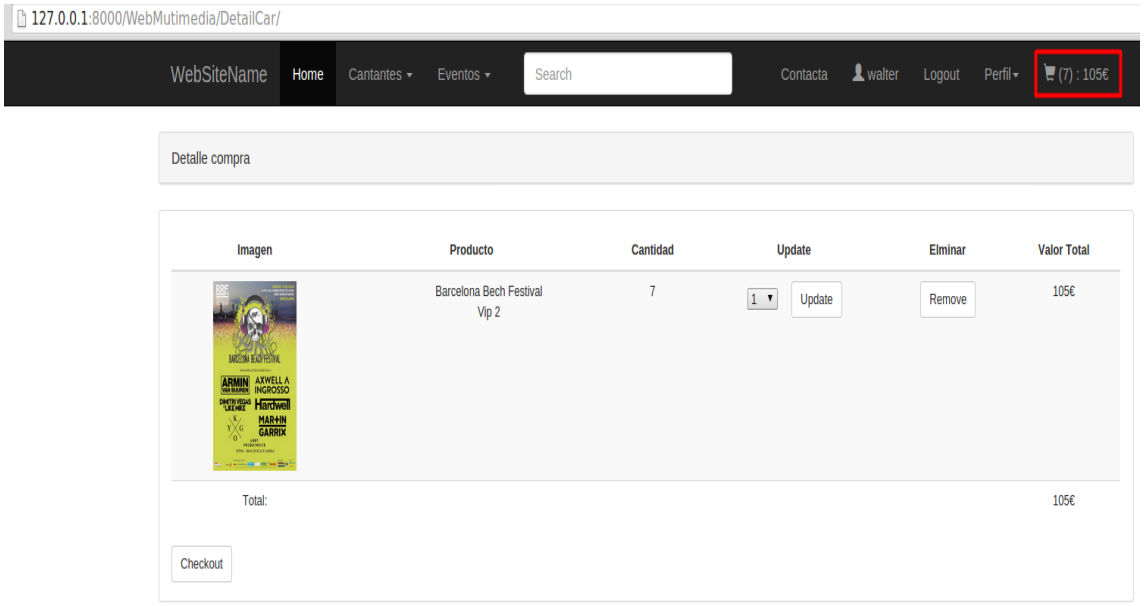


Figura 6.29: Página detalle de compra de la aplicación.

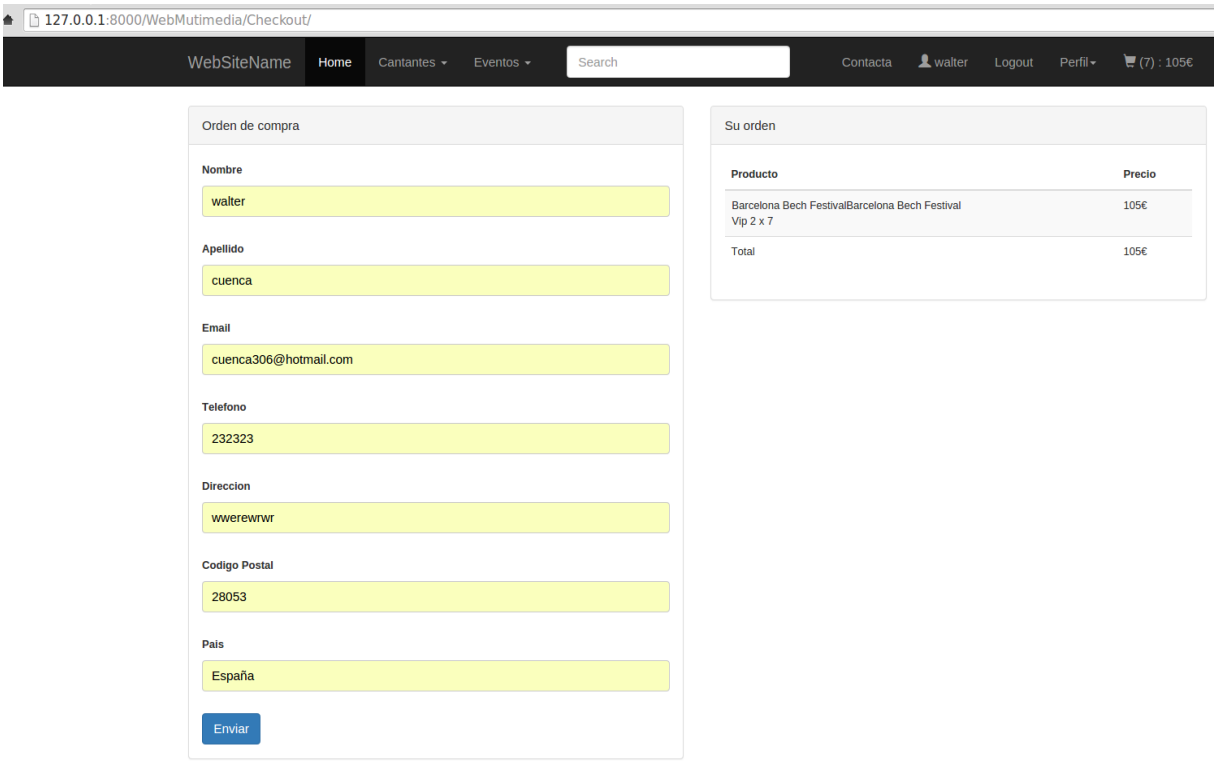


Figura 6.30: Página checkout de la aplicación.

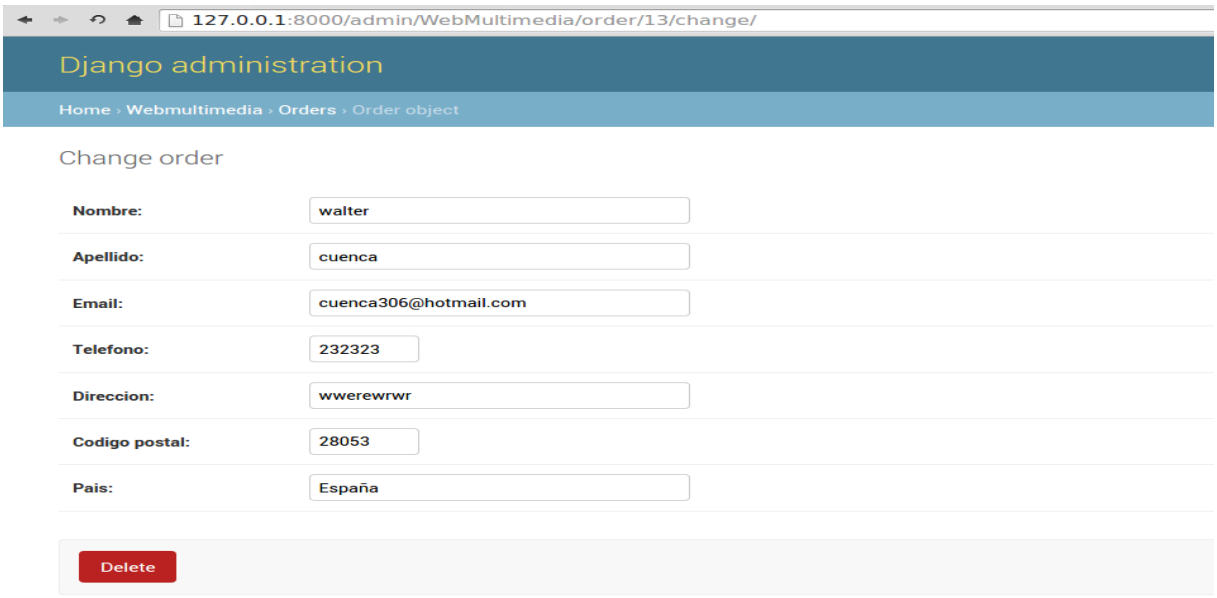


Figura 6.31: Orden de compra guardada en BBDD.

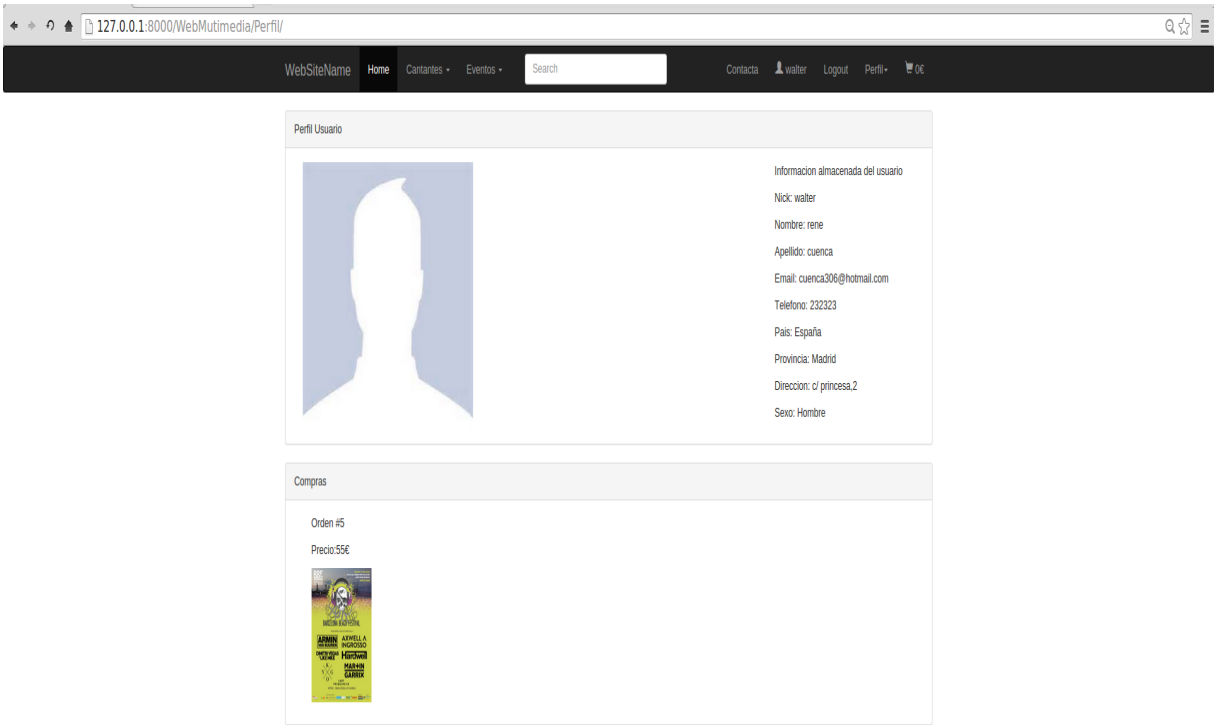


Figura 6.32: [Página del perfil del usuario.

Capítulo 7

Aplicación web de videoconferencia con WebRTC

Las prácticas anteriores han abordado ejemplos de aplicaciones web dinámicas, unas con énfasis en lado cliente y otras con énfasis en servidor. La cuarta práctica preparada en este TFG aborda un ejemplo de tecnología web audiovisual, en concreto utilizando el entorno WebRTC que se está consolidando para aplicaciones multimedia entre pares.

7.1. Enunciado

Las aplicaciones multimedia en tiempo real permiten conectar a distintos usuarios a través de la red e intercambiando información y contenido de audio, vídeo. Un ejemplo de este tipo de aplicación es Skype que ha tenido mucho éxito ya que permite a sus usuarios establecer videollamadas e intercambiar información una vez se haya instalado su software.

Figura 7.1: Skype interfaz videollamada.

En esta última practica se pide desarrollar una aplicación web similar a Skype que permita a los usuarios conectarse entre si en videoconferencia a través de la url de la aplicación.

Requisitos Los usuarios dentro de la aplicación podrán seleccionar los elementos multimedia (audio y vídeo) que desean compartir y se les permitirá seleccionar o crear una sala donde realizar la videoconferencia. Dentro de la sala dispondrán de un chat y la opción de intercambiar ficheros por medio de WebRTC.

Como mecanismo adicional será necesario el desarrollo de un servidor de señalización para la fase de comunicación inicial de WebRTC.

Tecnologías En el desarrollo de la práctica es necesario utilizar NodeJS, WebSockets, API File y WebRTC.

7.2. Diseño de una solución

La figura 7.2 muestra el esquema utilizado en el desarrollo de esta práctica. Los usuarios se conectan al servidor de señalización que entrega a cada uno el fichero html de la aplicación. Tras renderizar el navegador el contenido los usuarios seleccionan los elementos multimedia que desea compartir por medio de GetUserMedia y pide acceso a una de las salas existentes o a una sala nueva.

El servidor de señalización se encarga de gestionar la conexión de los usuarios dentro de las salas y enviará un mensaje a los usuarios de la sala cuando entra un nuevo participante. Estos usuarios inician el proceso de señalización que consta de la etapa de Oferta, Respuesta y *IceCandidate* apoyándose en el interfaz de RTCPeerConnection. Al finalizar esta etapa la conexión es entre pares como se muestra en la figura 7.3, permitiendo el intercambiando de flujo de audio y vídeo quedando a su vez operativo un canal de comunicación que permite enviar cualquier tipo datos apoyándose en RTCDataChannel.

7.3. Servidor de Señalización

Para crear el servidor nos apoyamos en las librerías `node-static`, `http` y `socket.io`.

```
var static = require('node-static');
var http = require('http');
var file = new(static.Server)();
var app = http.createServer(function (req, res) {
 file.serve(req, res);
}).listen(8181);
var io = require('socket.io').listen(app);
```

Fragmento de Código 7.1: Creación del servidor de señalización.

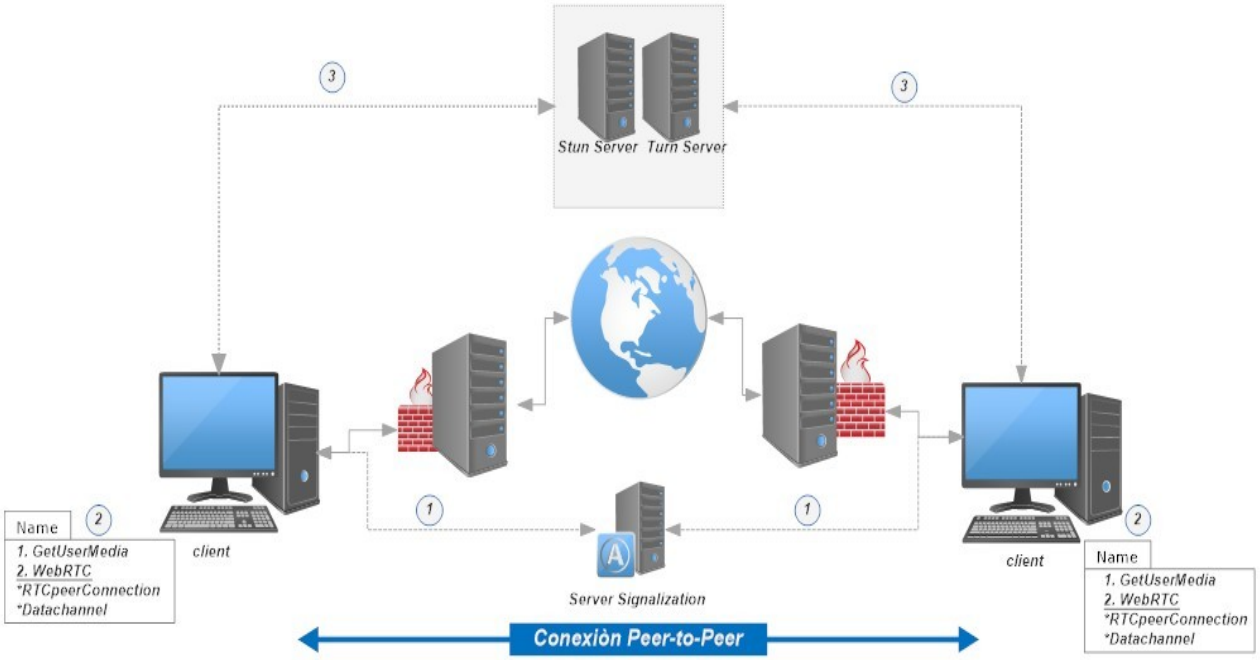


Figura 7.2: Diseño comunicación cliente-servidor.

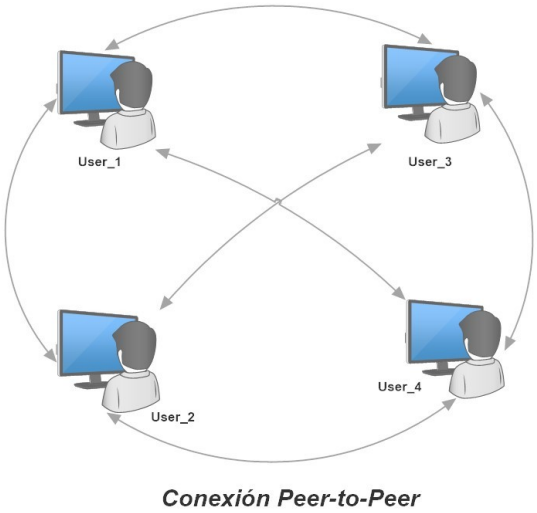


Figura 7.3: Diseño comunicación entre pares de una sala.

Las tareas que realiza el servidor se dividen en Inicio de Conexión y Mensajes de señalización que se detallan a continuación.

7.3.1. Inicio de conexión

Esta etapa se encarga de gestionar el acceso de los usuarios en una sala de la aplicación. Se define el evento `InfoRoom` que envía un mensaje `ReplayInfoRoom` con la lista de salas existentes.

```
socket.on('infoRoom',function() {
 socket.emit('ReplayInfoRoom',listRooom);
});
```

Fragmento de Código 7.2: Request/Replay lista de salas existentes.

La figura 7.4 muestra como el servidor realiza el envío de este mensaje.

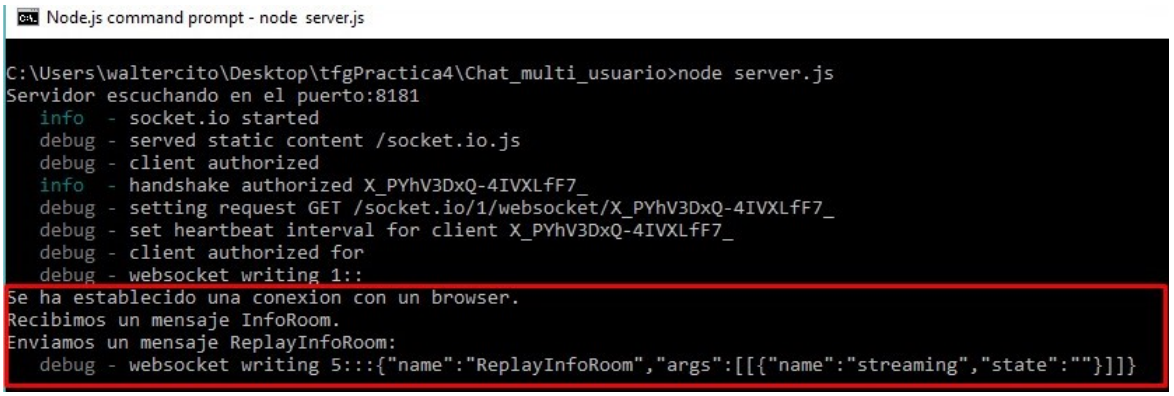


Figura 7.4: Request/Replay lista de salas del Servidor.

Además, define el evento `Stablish_connect` para obtener el nombre del usuario y el de sala a la que el usuario quiere acceder. Con el nombre de la sala comprueba su existencia por medio de la función `getRoom(nameRoom)` en caso de no existir la guarda en la lista de sala y finaliza comprobando que la sala no esté llena. Finaliza enviando un mensaje `CreateStream` con el identificador de conexión y un mensaje `NewJoined` al resto de usuario de la sala para que conozcan la existencia del nuevo miembro.

```
socket.on('stablish_connection',function(name,room){
 if(!getRoom(room)){
   setRoom(room,'');
 };
 var numClients = io.sockets.clients(room).length;
 if(numClients < 3){
  socket.username = name;
  socket.room =room;
  socket.join(room);
  socket.emit('CreateStream',socket.id);
  socket.broadcast.to(room).emit('New_Joined',socket.id);
 }else{
```

```
    socket.emit('RejectStream',socket.id);
  }
});
```

Fragmento de Código 7.3: Request/Replay del establecimiento de conexion.

La figura 7.5 muestra como el servidor realiza el envío de este mensaje.

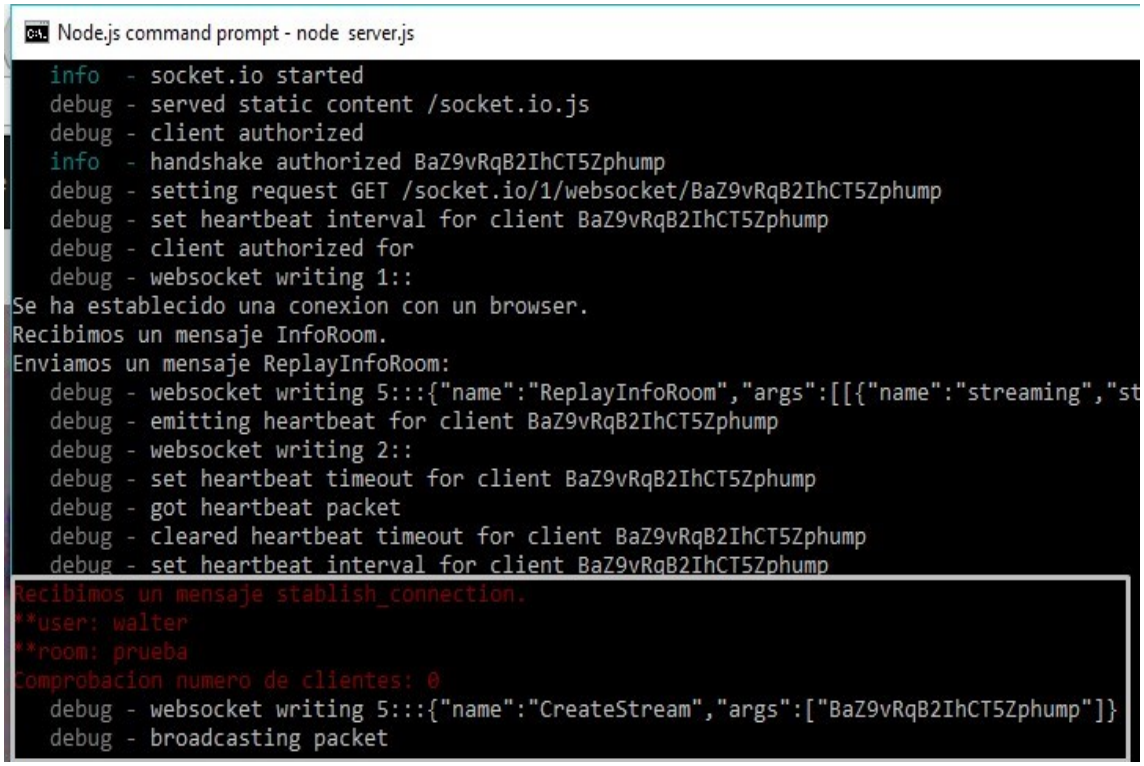


Figura 7.5: Request/Replay conexión al Servidor.

7.3.2. Mensajes señalización WebRTC

El momento en que se quiere establecer la conexión WebRTC el servidor tiene como función encaminar los mensajes entre los participantes de la conexión. Cada uno de los mensajes de señalización viajan dentro del mensaje `message` por lo que se crea un evento con este nombre que consulta el id destino para encaminar el mensaje correctamente.

```
socket.on('message',function(message,room){
 io.sockets.socket(message.id_dest).emit('message', message);
});
```

Fragmento de Código 7.4: Mensajes de señalizacion.

La figura 7.6 encamina la oferta, la figura 7.7 encamina la respuesta y la figura 7.8 encamina los IceCandidate.

Figura 7.6: Mensaje Answer.

Figura 7.7: Mensaje Offer.

Figura 7.8: Mensaje Icecandidate.

Tras terminar el envío de los mensajes de señalización el servidor es transparente entre los usuarios ya que empieza la comunicación entre pares.

7.4. Desarrollo del Cliente

Los usuarios se conectan al servidor a través de la url *http://localhost:8181* en un navegador que recibe el fichero inicial de la aplicación. Cuando el fichero se carga

se crea la instancia de Websockets y se pide al usuario que introduzca el nombre que utilizará en la aplicación.

7.4.1. Inicio de conexión

El usuario al acceder a la aplicación envía un mensaje `infoRoom` al servidor para obtener la lista de salas disponibles, por lo que se define el evento `ReplayInfoRoom` para recibir la lista de salas disponibles.

```
socket.on('ReplayInfoRoom',function(listRoom){
 for(var i = 0; i < listRoom.length; i++) {
  var room = listRoom[i];
  $('#listRoom').append('<li><a id='+room.name+'>'+room.name+'</a
     ></li>');
  $('#'+room.name).click(function(){
    nameRoom = $(this).text();
    attachmentElements();
  });
 }
});
```

Fragmento de Código 7.5: Creación desplegable de salas.

Dentro de la aplicación el usuario puede seleccionar los elementos multimedia que desea compartir. Tras la selección de los elementos selecciona la sala que desea unirse enviando un mensaje `stablish_conection` con el nombre del usuario y el de la sala.

```
socket.emit('stablish_connection',name,nameRoom);
```

Fragmento de Código 7.6: Envío mensaje inicio conexión.

Para tratar la respuesta al mensaje se define el evento `CreateStream`.

```
socket.on('CreateStream',function(id){
 my_id = id;
});
```

Fragmento de Código 7.7: Recepción respuesta inicio conexión.

Mientras que para los otros usuarios se define el evento `New_Joined` con el identificador de conexión del nuevo usuario para iniciar el proceso de señalización

```
socket.on('New_Joined',function(id){
 id_newUser = id;
 create_connection(id_newUser);
});
```

Fragmento de Código 7.8: Recepción mensaje de nuevo usuario.

La figura 7.9 muestra el envío y la recepción de cada uno de los mensajes mencionados en esta sección.

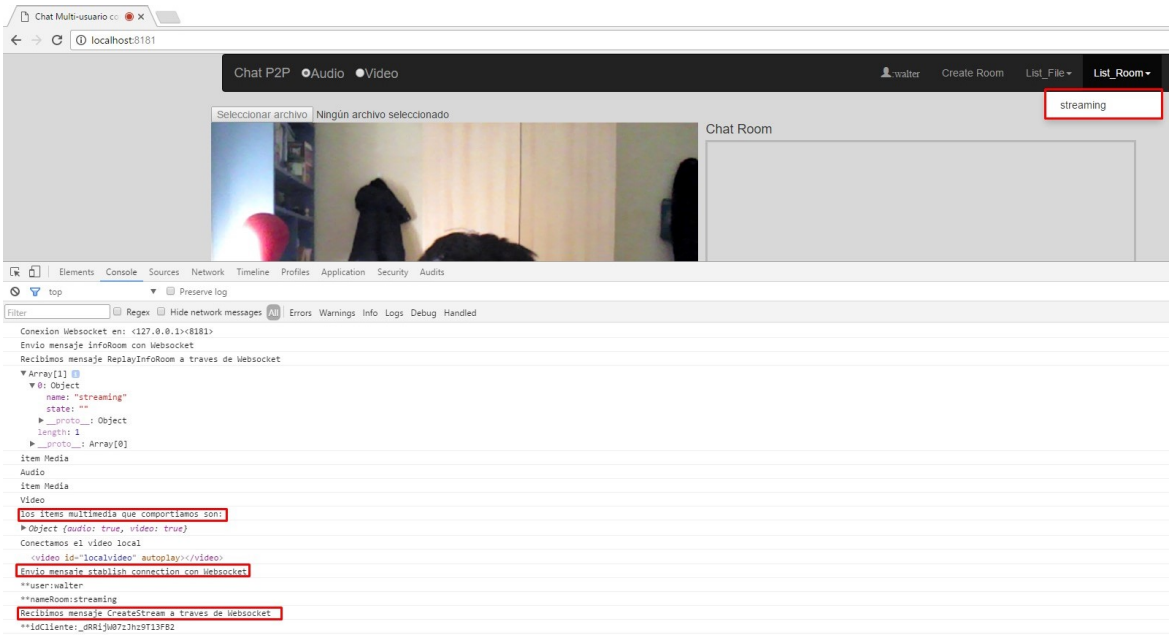


Figura 7.9: Inicio de conexión.

7.4.2. Proceso señalización WebRTC

A partir del último mensaje empieza el proceso de señalización que se divide en tres etapas: Oferta, Respuesta y *Icecandidate*. Es necesario definir la configuración del protocolo ICE en la variable `pc_config` antes de iniciar este proceso.

```
var pc_config = {'iceServers': [{'url': 'stun:stun.l.google.com
    :19302'}]};
```

Fragmento de Código 7.9: Configuración del protocolo ICE.

Oferta

La función `create_connection` inicia el proceso de oferta generando la instancia del objeto `RTCPeerConnection()` con la configuración del protocolo ICE definida en la variable `pc_config`. Además, vincula el flujo de vídeo local y el remoto a través del método `addStream()` y del evento `onaddstream`.

También define el canal de datos a través del método `createDataChannel` con los eventos necesarios para trabajar con este canal. Por último, genera la oferta a través del método `createOffer()` guardando su descripción de sesión con el método `setLocalDescription` y enviando este mensaje al nuevo usuario.

```
function create_connection(id){
 var pc = new RTCPeerConnection(pc_config,{});
 var num_user = 'user_'+ list_user.length;
 new_remote(num_user);
```

```
  pc.addStream(streaming);

  pc.onaddstream = function(event){
   var video = document.querySelector('#'+num_user);
   if(webrtcDetectedBrowser == 'firefox'){
    video.mozSrcObject = event.stream;
   }else{
    video.srcObject = event.stream;
   }
   video.play();
  };

  var sendChannel = pc.createDataChannel("sendDataChannel",
      {reliable: true});
  list_send.push(sendChannel);
  sendChannel.onopen = ChannelOpen;
  sendChannel.onclose = ChannelClose;
  sendChannel.onmessage = ChannelReceive;

  pc.createOffer(function(sessionDescription){
   pc.setLocalDescription(sessionDescription);
   var message = create_msg(my_id,id_newUser,sessionDescription);
   socket.emit('message',message);
   },function(err){console.log(err);},{}
  );

  pc.onicecandidate = SendICecandidate;
  list_user.push({id:id_newUser,peer:pc,data:sendChannel});
}
```

Fragmento de Código 7.10: Vinculamos vídeo local/remoto a RTCPeerConnection.

La figura 7.10 muestra la creación de los elementos mencionados anteriormente dentro del objeto `RTCPeerConnection`.

Answer

El otro usuario recibe un mensaje de oferta con la descripción de sesión del primer usuario. Al igual que en la oferta, se crea una instancia `RTCPeerConnection` en la que define los eventos `onaddstream`, `ondatachannel`, `onicecandidate`. Además, crea un nuevo objeto `RTCSessionDescription` con la descripción recibida que se guarda como descripción remota por medio del método `setRemote Description`.

Finaliza creando el mensaje de respuesta con el método `createAnswer` añadiendo su descripción de sesión a través del método `setLocalDescription` y envía dicho mensaje al otro cliente.

```
 if(message.message.type == 'offer'){
```

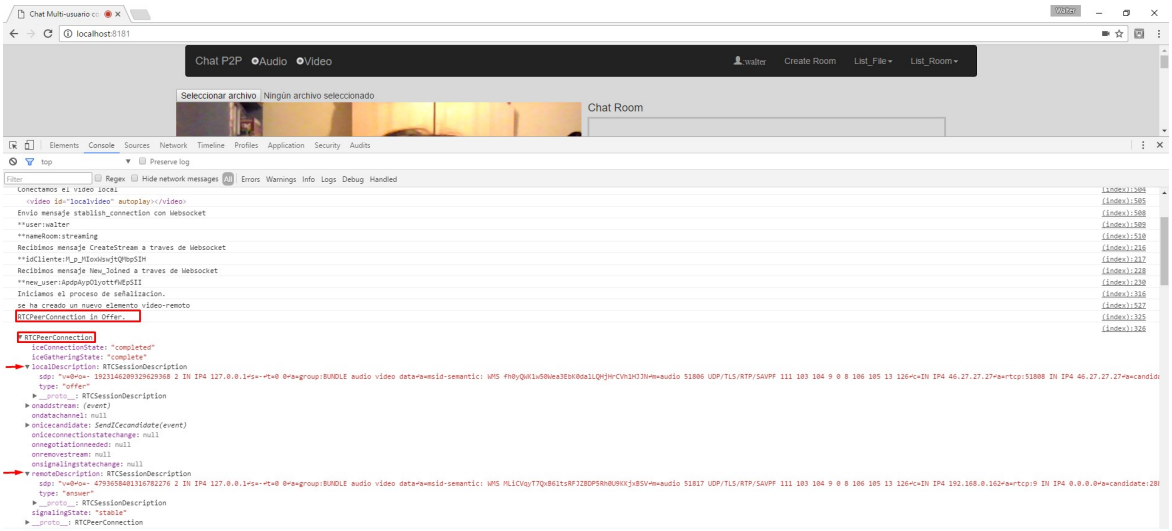


Figura 7.10: Creación oferta cliente.

```
var pc = new RTCPeerConnection(pc_config,{});
id_newUser= message.id_origen;
pc.addStream(streaming);
pc.setRemoteDescription(new RTCSessionDescription(message.
    message));
pc.onicecandidate = SendICecandidate;
pc.onaddstream = function(event){
 var num_user = 'user_'+ list_user.length;
 new_remote(num_user);
 var video = document.querySelector('#'+num_user);
 if(webrtcDetectedBrowser == 'firefox'){
  video.mozSrcObject = event.stream;
}else{
  video.srcObject = event.stream;
}
video.play();
list_user.push({id:message.id_origen,peer:pc,data:receiveChannel
    });
}
pc.ondatachannel= function(event){
 list_send.push(event.channel);
 var receiveChannel = event.channel;
 receiveChannel.onmessage = ChannelReceive;
 receiveChannel.onopen = ChannelOpen;
 receiveChannel.onclose = ChannelClose;
}
pc.createAnswer(function(sessionDescription){
 pc.setLocalDescription(sessionDescription);
 var msg = create_msg(my_id,message.id_origen,sessionDescription
```

```
        );
    socket.emit('message',msg);
   },function(err){
    console.log(err);
   },{});
}
```

Fragmento de Código 7.11: Recepción de la oferta.

La figura 7.11 muestra cómo se crea la instancia `RTCPeerConnection` con los eventos que se han mencionado.

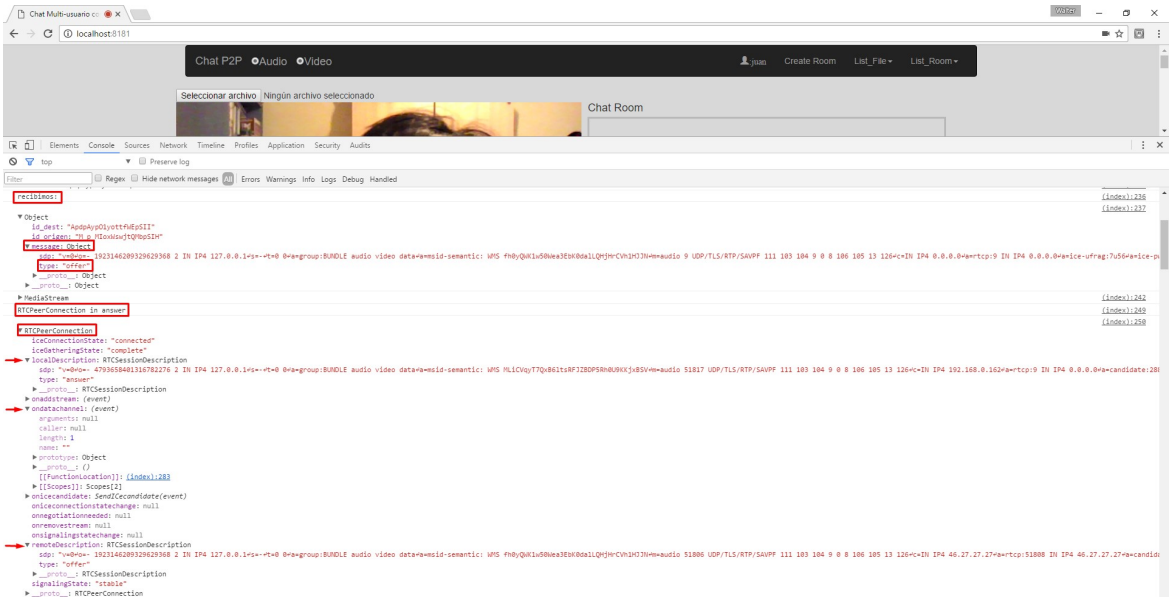


Figura 7.11: Creación de la respuesta.

Icecandidate

Tanto el usuario local y como el remoto tras la generación del objeto `RTCPeerconnection` necesitan obtener información de la `Ip:Puerto` disponibles para la conexión por medio del protocolo ICE. Cuando se encuentra un candidato se ejecuta el evento `onicecandidate` que compone el mensaje con la información y lo envía a través de un mensaje de tipo `message`.

```
pc.onicecandidate = SendICecandidate;
function SendICecandidate(event){
 if(event.candidate){
  var ice = {type: 'iceCandidate',
   label: event.candidate.sdpMLineIndex,
   id: event.candidate.sdpMid,
   candidate: event.candidate.candidate
```

```
    };
    var msg ={id_origen:my_id,id_dest:id_newUser,message:ice}
    socket.emit('message',msg);
   }
}
```

Fragmento de Código 7.12: Envío de candidatos.

Los usuarios que reciben la información anterior generan un objeto `RTCIceCandidate` para llamar a la función `addIcecandidate` que se encarga de buscar dentro de la lista de conexiones la correspondiente y así guardar el objeto creado a través del método `addIceCandidate`.

```
var candidate = new RTCIceCandidate({
 sdpMLineIndex:message.message.label,
 candidate:message.message.candidate
});
addIceCandid(message.id_origen,candidate);
function addIceCandid(id,message){
 for(var i=0;i<list_user.length;i++){
  var user = list_user[i];
  if(user.id == id){
   user.peer.addIceCandidate(message);
  }
 }
}
```

Fragmento de Código 7.13: Recepción de candidatos.

Al conocer los usuarios la información de red y la descripción de sesión de cada uno esta etapa termina dando lugar a la conexión entre pares y empieza el intercambio de flujo de audio y vídeo a través del interfaz RTCPeerConnection.

7.4.3. Conexión WebRTC para chat y envío de ficheros

Además del intercambio de flujo de vídeo y audio en la conexión entre pares el canal de datos (`RTCDataChannel`) se encuentre operativo para enviar información genérica por él. En concreto, usando ese canal se ha enriquecido la aplicación básica de videoconferencia para materializar un chat y el envío de ficheros entre los pares.

Envío de cadena de texto

A través del chat de la sala se puede enviar cadena de caracteres mediante la función `send_data()`. La función genera un mensaje que contiene el flag `chat` y la cadena de texto para enviarlo por los distintos canales de comunicación disponibles.

```
function send_data(elemento){
```

```
  var msg = $(elemento).val();
  var data = JSON.stringify({info:'chat',data:name+':'+msg});
  for(var i=0;i<list_send.length;i++){
   list_send[i].send(data)
  }
}
```

Fragmento de Código 7.14: Envío datos del chat.

La figura 7.12 es un ejemplo del envío de la cadena de texto tecleada por un usuario y enviada a los demás.

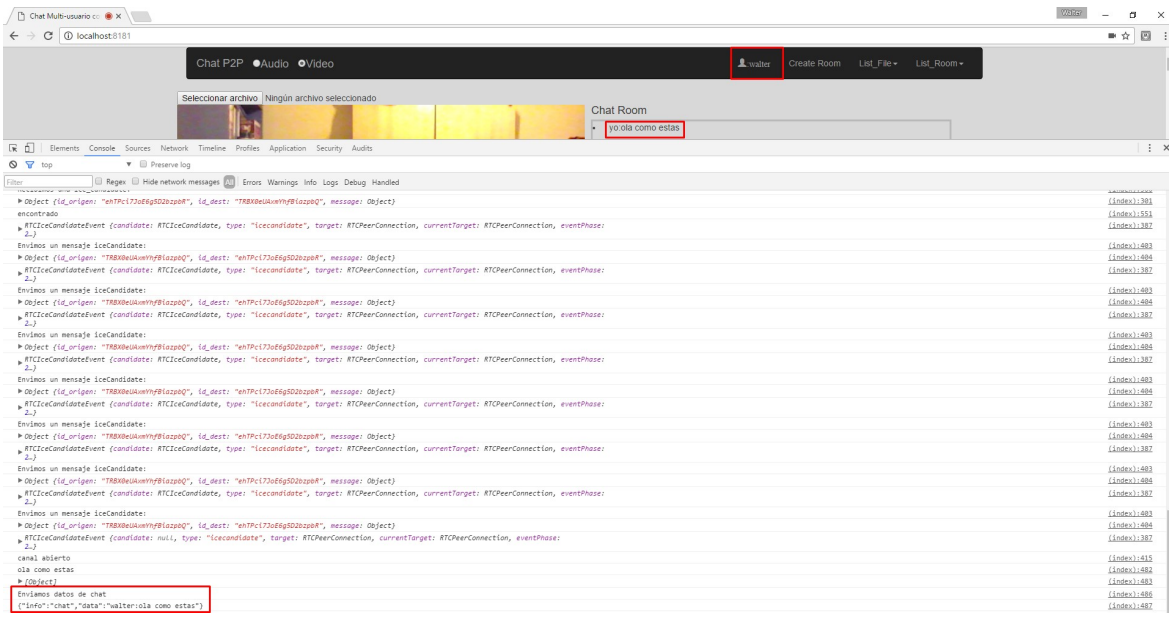


Figura 7.12: Envío de caracteres del chat por RTCDataChannel.

La recepción se realiza por medio de la función `WriteChat(_data)` que se encarga de presentar dentro del chat la información que se ha recibido de otro usuario.

```
function WriteChat(_data){
 var line = document.createElement('li');
 var textnode = document.createTextNode(_data.data);
 line.appendChild(textnode);
 $('#texto').append(line);
}
```

Fragmento de Código 7.15: Recepción datos del chat.

Envío de ficheros

Los usuarios en esta aplicación disponen de un selector de tipo `file` con el que carga el fichero que desea compartir. Tras seleccionar el fichero se ejecuta la

función `processFiles(file)` que obtiene el contenido del fichero a través del objeto `FileReader()`.

```
function processFiles(file){
 var files = file[0];
 type = files.type;
 name_fich = files.name;
 var reader = new FileReader();
 reader.onload = function (e) {
  var data_file = reader.result;
  data_encript = arrayBufferToBase64(data_file);
  send_chucky();
 };
 reader.readAsArrayBuffer(files);
}
```

Fragmento de Código 7.16: Lectura del fichero.

El envío de los datos se realiza por medio de la función `send_chucky()` en pequeños fragmentos de longitud fija ya que no sabemos la longitud del archivo y con el fin de no saturar el canal lo enviamos de esta forma. Cada envío está formado por el flag `file` y el fragmento del archivo correspondiente. Una vez se ha enviado se programa el siguiente envío mediante el evento timer `setTimeout(sendChuncky,time)`.

Al enviar el fragmento final del fichero se añade información adicional del fichero como el nombre y tipo de fichero ya que esta información es necesaria para que el usuario receptor pueda reconstruir el fichero.

```
function send_chucky(){
 var last = false;
 fin = inicio + size_data;
 if(fin < data_encript.length){
  var data = JSON.stringify({info:'file',data:data_encript.slice(
     inicio, fin)});
  for(var i=0;i<list_send.length;i++){
   var user = list_send[i];
   user.send(data);
  }
  inicio = fin;
  setTimeout(send_chucky, 100);
 }else{
  last = true;
  var more_info ={type:type,name:name_fich};
  var data = JSON.stringify({info:'file',end:last,data:
     data_encript.slice(inicio, data_encript.length),more:
     more_info});
  for(var i=0;i<list_send.length;i++){
   var user = list_send[i];
   user.send(data);
  }
```

```
    inicio = 0;
   }
}
```

Fragmento de Código 7.17: Envío de fragmentos del archivo.

La figura 7.13 muestra la obtención de información del fichero seleccionado y el envío de cada fragmento del fichero hasta finalizar.

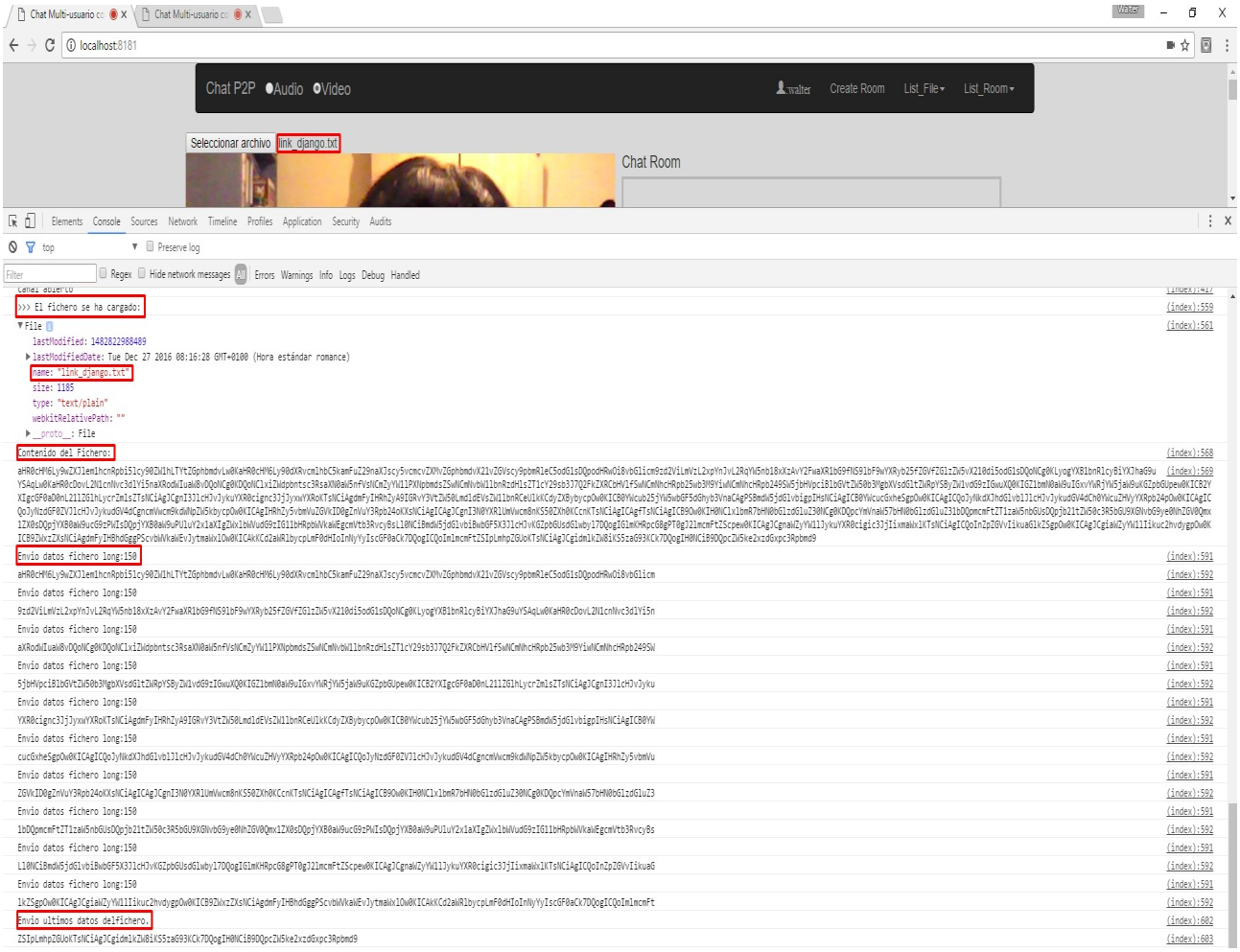


Figura 7.13: Envío información del fichero con RTCDataChannel.

El usuario receptor acumula cada uno de los fragmentos que recibe hasta obtener el último fragmento mediante la función `BuildField()`. Al obtener el último fragmento puede reconstruir el documento dentro de una etiqueta `<a>`, donde el atributo `href` está formado por el tipo de archivo concatenado a los fragmentos del archivo.

```
function BuildFile(_data) {
 blob += _data.data;
```

```
  if(_data.end != undefined){
   if(_data.more.type == 'text/plain'){
    var link = document.createElement('a');
    link.href = 'data:'+_data.more.type+';base64'+blob;
    link.target = '_blank';
    link.download = _data.more.name;
    var textnode = document.createTextNode(_data.more.name);
    link.appendChild(textnode);
    $("#listFile").append(link);
   }
   blob ='';
  }
 }
```

Fragmento de Código 7.18: Recepción y reconstrucción del fichero.

La figura 7.14 muestra la recepción de cada fragmento enviado por un usuario y la reconstrucción del fichero.

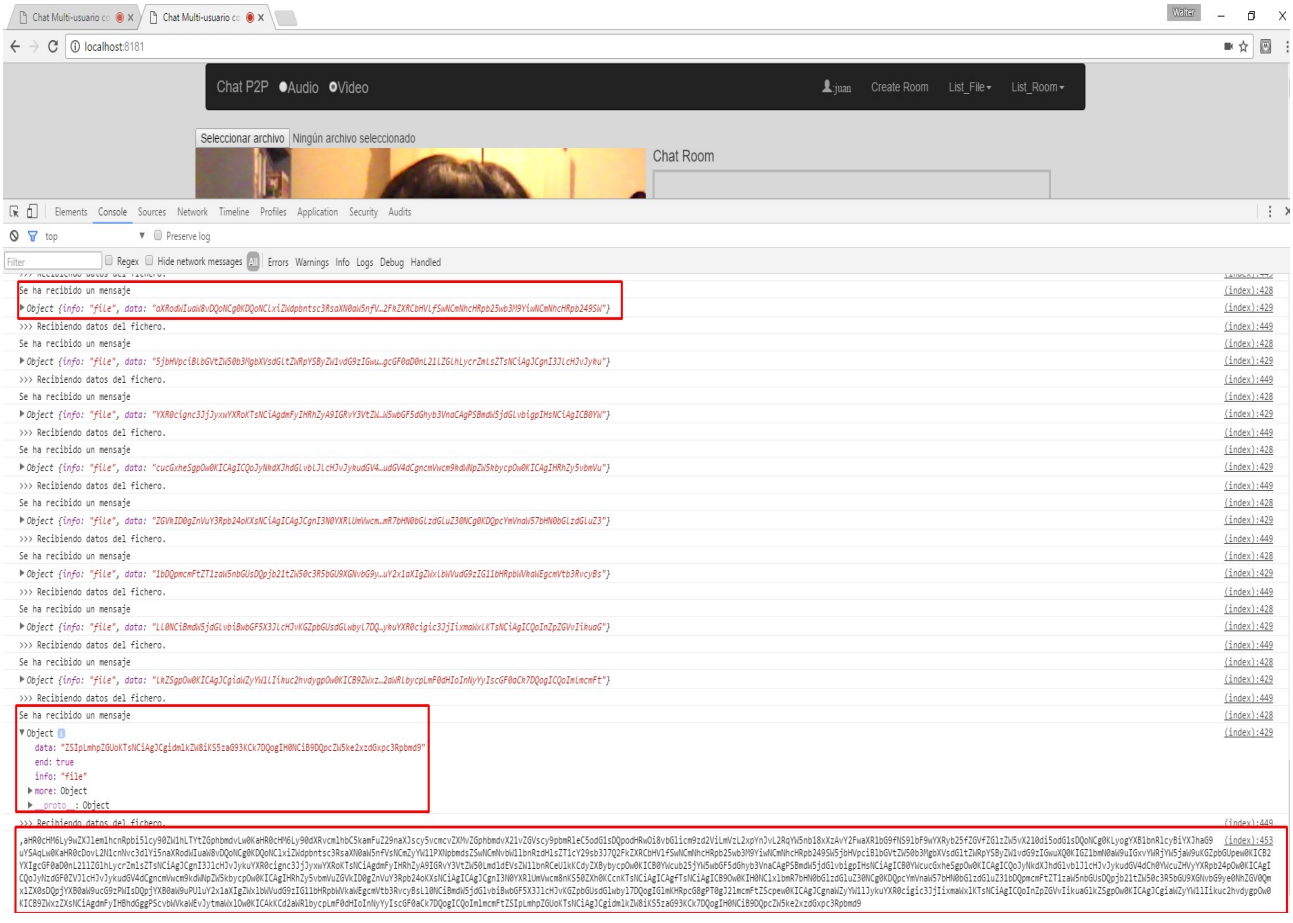


Figura 7.14: Recepción y reconstrucción del fichero.

7.5. Validación Experimental

Los usuarios que participan en la videoconferencia acceden a la url *localhost:8181* para poder acceder a la aplicación. La aplicación antes de permitir el acceso pide el nombre de los usuarios.

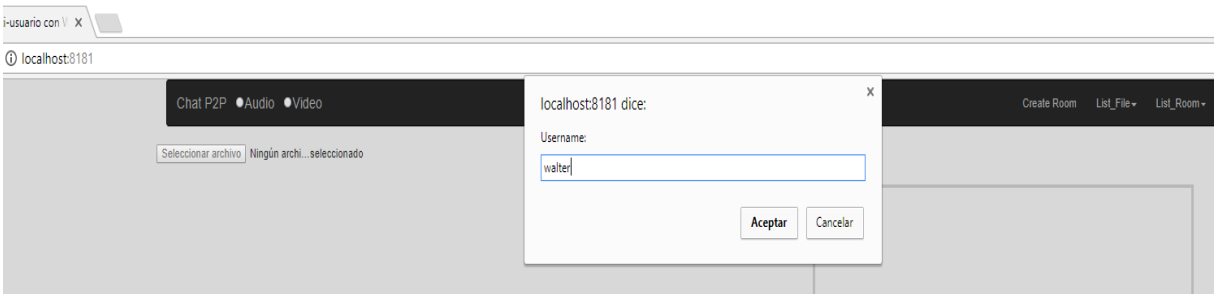


Figura 7.15: Inicio videoconferencia con WebRTC.

Una vez dentro de la aplicación los usuarios seleccionan la sala a la que desean unirse por medio del enlace List_Room y seleccionan los elementos multimedia que desean utilizar en la comunicación.

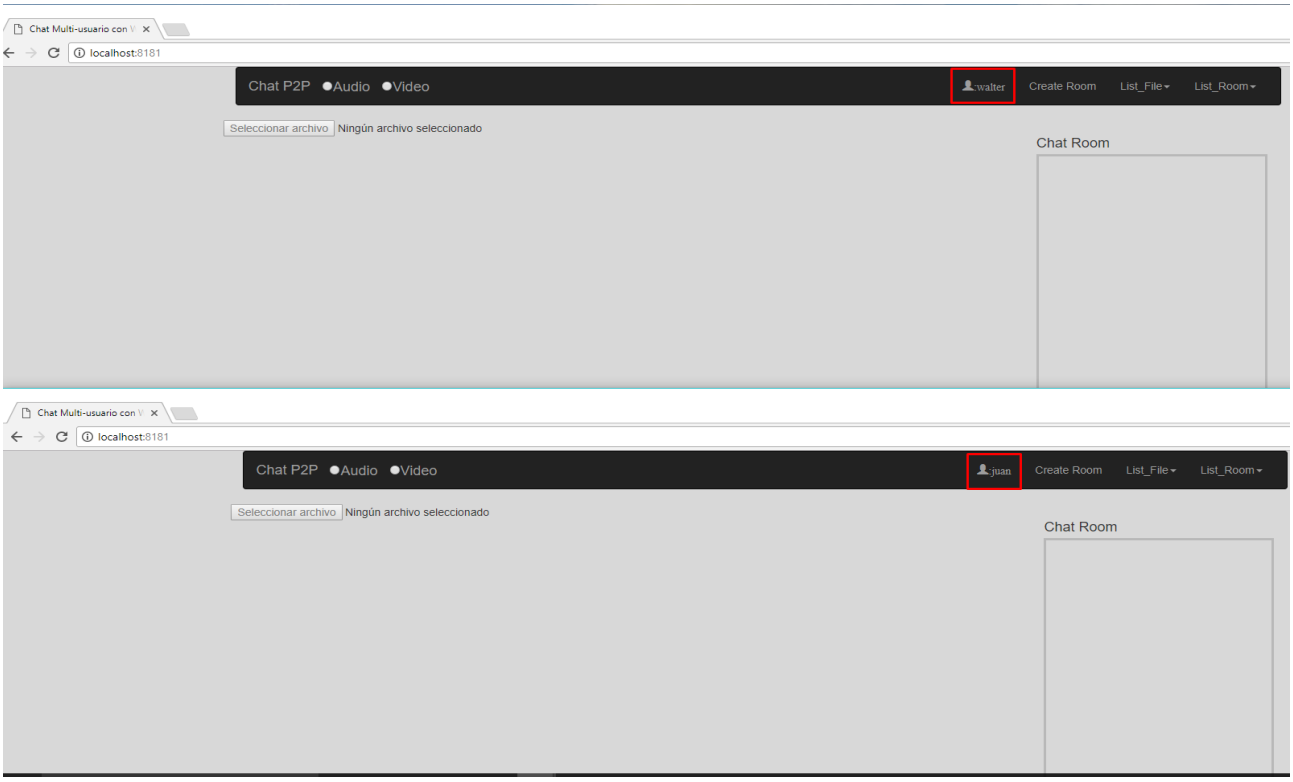


Figura 7.16: Usuarios dentro de videoconferencia con WebRTC.

Tras acceder los usuarios a la sala se inician los procesos de WebRTC dando lugar a la conexión entre los navegadores (7.17). Como se puede apreciar el flujo de vídeo local se muestra en un tamaño mayor al flujo de vídeo de las conexiones remotas.

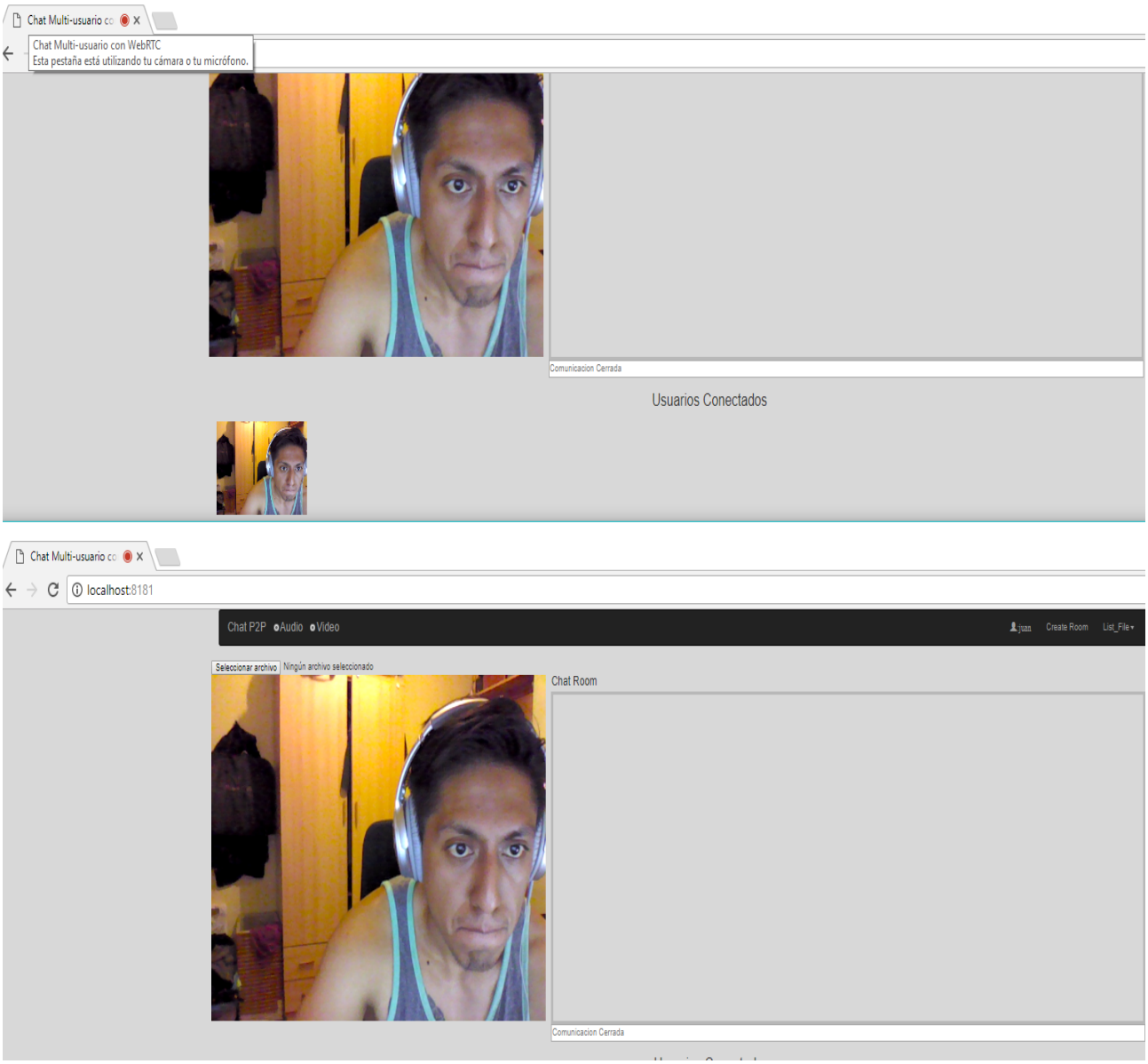


Figura 7.17: Usuario dentro de una sala de videoconferencia con WebRTC.

Con la comunicación WebRTC establecida comprobamos que el canal de comunicación está activo por medio del envió de cadenas de texto por parte de los dos usuarios (figura 7.18).

Por último, vamos a comprobar que se permite el envió de ficheros. Para ello uno de los usuarios selecciona un fichero para enviar, en este caso el fichero tiene el

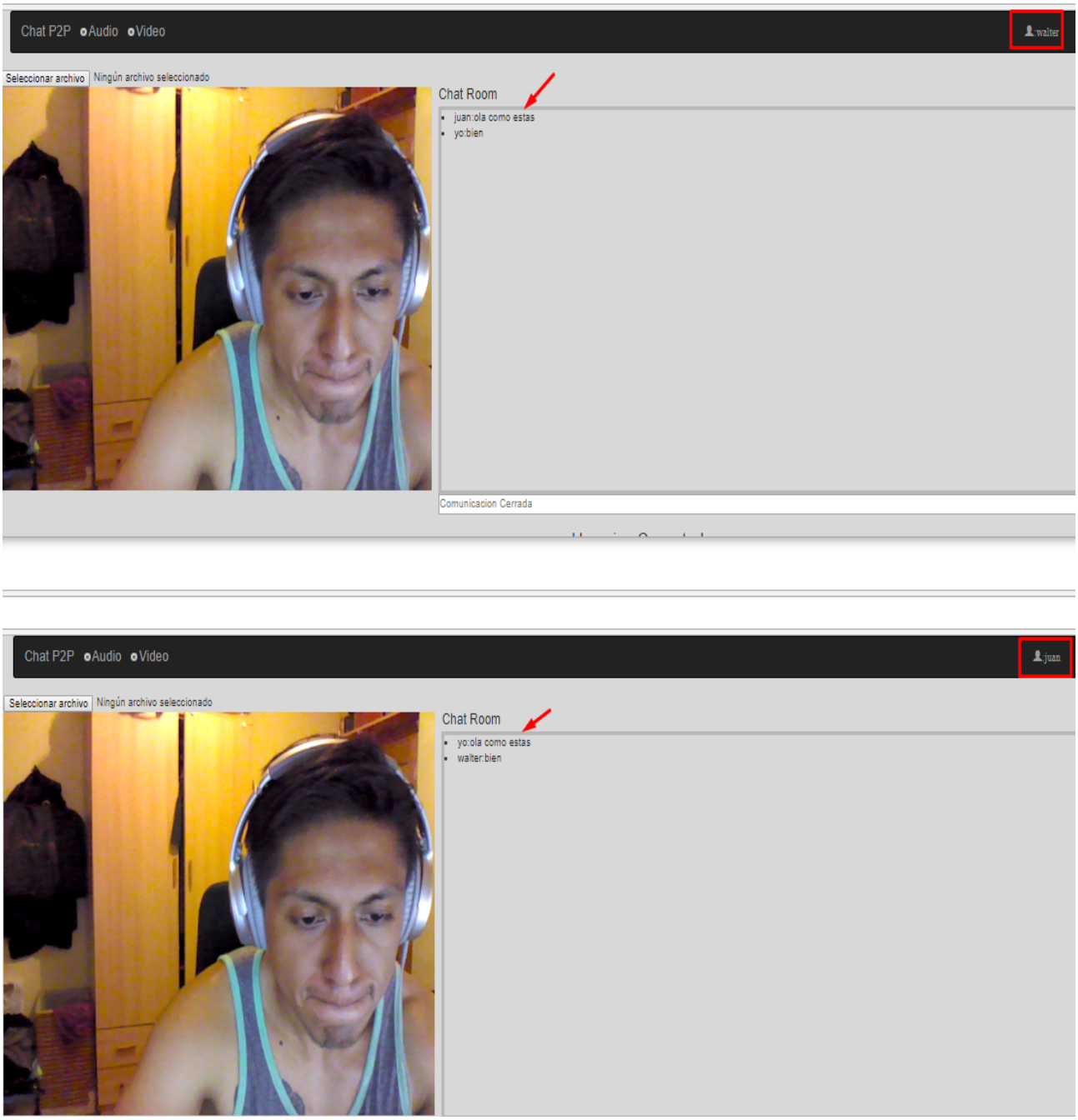


Figura 7.18: Envió de caracteres por el chat de la aplicación.

nombre de *prueba.txt* como se puede ver en la figura 7.19.

El otro usuario accede a la enlace List_Fich, donde puede ver que el fichero ha llegado correctamente y es posible abrirlo para ver el contenido figura 7.20.

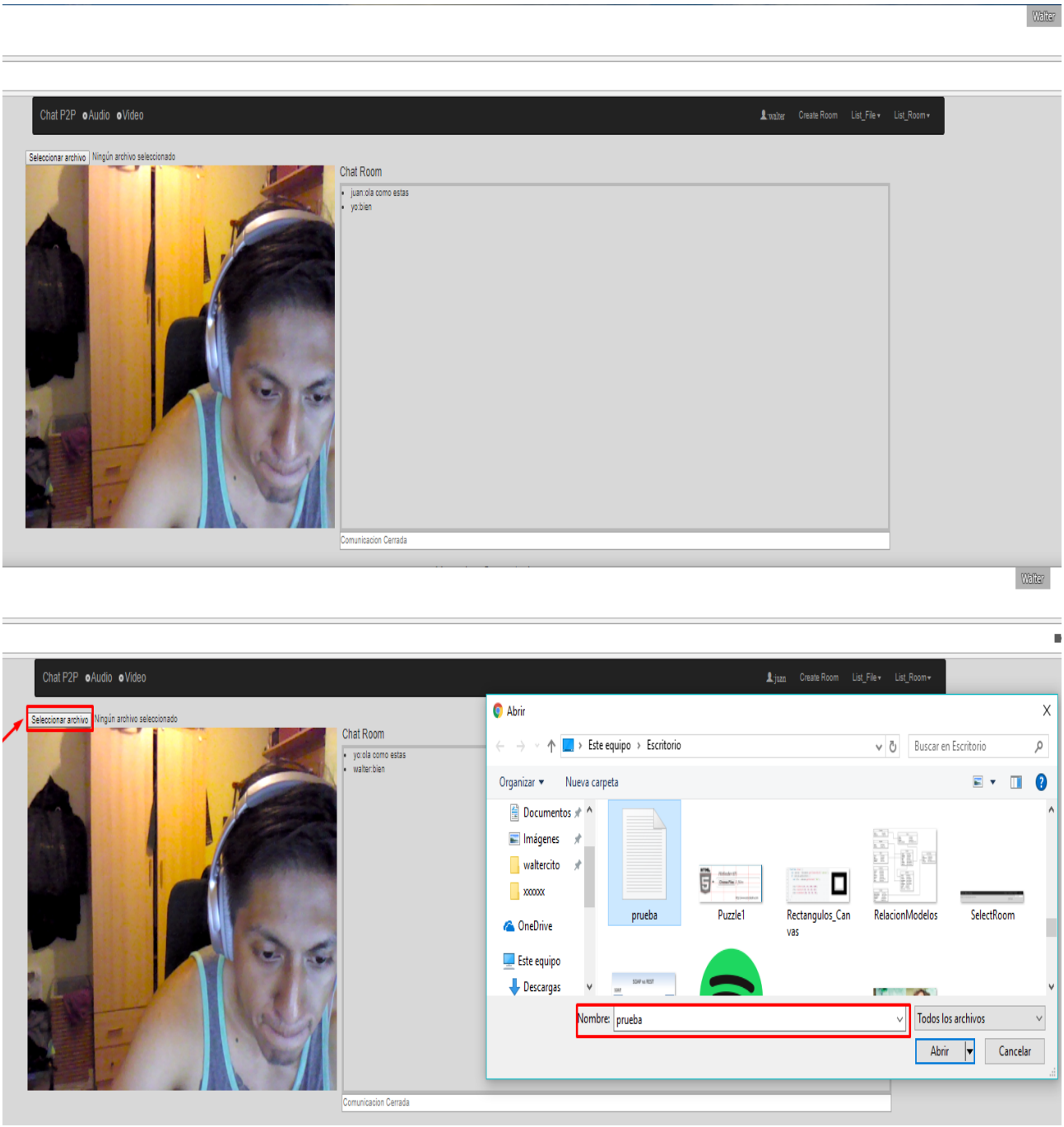


Figura 7.19: Selección y envió de un fichero.

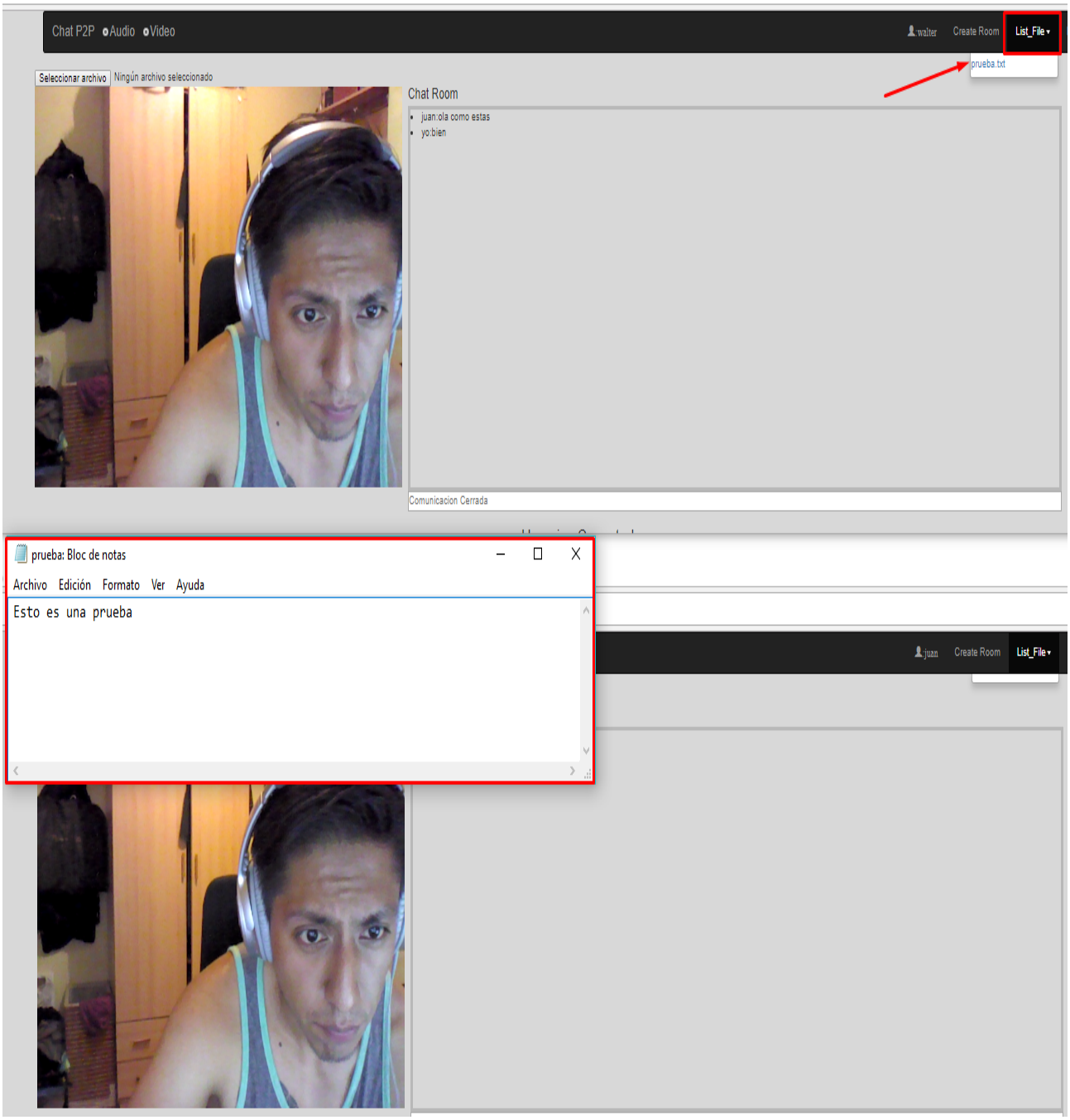


Figura 7.20: Recepción y descarga de un fichero.

Capítulo 8

Conclusiones

Este capítulo recoge las principales aportaciones de este TFG y futuros trabajos una vez los desarrollos del TFG han concluido poniendo en balance si los objetivos iniciales han sido cubiertos.

8.1. Conclusiones

Si echamos una mirada atrás se puede ver que se han creado satisfactoriamente los enunciados y el desarrollo de cuatro practicas destinadas al entorno docente en las que utilizamos múltiples tecnologías web que describimos a continuación:

1. La aplicación web del juego del ComeCocos se ha desarrollado satisfactoriamente utilizando tecnologías web del cliente sin necesidad de plugins externos. La tecnología empleada fue JavaScript que permite manipular el DOM, acceder al contexto 2D de canvas, cargar contenido audio y gestionar los eventos de teclado.

2. La aplicación web del juego del ComeCocos multijugador se ha conseguido implementar satisfactoriamente empleando tecnologías de comunicación bidireccional entre el servidor y los usuarios. Las tecnologías empleadas fueron la librería socket.io de Websockets y NodeJS para crear el servidor de la aplicación.

3. La aplicación de un sitio Web de una tienda se ha desarrollado satisfactoriamente a través de un entorno web y un conjunto de tecnologías adicionales para enriquecer su funcionalidad. El entorno empleado fue Django junto a la BBDD de MySQL para generar la estructura básica de la aplicación. Tras esto se añaden tecnologías como el WebService y el Script de google Maps empleado en la visualización de mapas, Ajax para crear peticiones asíncronas al servidor sobre un determinado elemento y Booststrap para trabajar el aspecto de la aplicación

4. La aplicación de Videoconferencia con WebRTC se ha desarrollado correctamente permitiendo a los usuarios conectarse entre si a través de un navegador e intercambiar flujo de vídeo, audio y datos a través del chat o envió de

ficheros. Las tecnologías utilizadas son WebRTC en la que recae el peso de la aplicación, NodeJS para crear el servidor de señalización y la API File para la manipulación de ficheros.

Con estos cuatro subobjetivos satisfechos, el objetivo general de crear material docente atractivo para la enseñanza de tecnologías web se ha cumplido con éxito. El conjunto de vídeos y ejemplos relacionados al TFG se encuentran en la mediawiki oficial del proyecto[1] mientras que el código fuente de los distintos desarrollos está disponibles en github [2] como software libre.

8.2. Trabajos futuros

Este TFG habré las puertas al uso de tecnologías Web de última generación. A medida que los desarrollos fueron avanzando se veían puntos de mejora en cada una de las practicas ya sea de forma visual o aportando mayor funcionalidad, aunque no influida en llegar a los objetivos marcados el refinamiento de cada una de las practicas puede ser una línea de futuros trabajos.

Otra línea de trabajo atractivo para el futuro seria fusionar lo aprendido con estas prácticas para crear un proyecto que abarque estas tecnologías en un solo desarrollo. Esto podría ser un juego multijugador como el ComeCocos en el que se utiliza en el lado del cliente JS y HTML5 y como mecanismos de comunicación multimedia WebRTC, apoyándonos en su canal de datos para intercambiar información del juego entre los usuarios. A esto habría que sumarle la utilización de WebSockets en la fase inicial de WebRTC y enriquecer la apariencia del juego con WebGL.

Otra línea de continuación interesante es ampliar el repertorio de prácticas web con más tecnologías como ElasticSearch, Ruby on Rails, TypeScript y la fusión de tecnologías web con app para móviles. También sería interesante abordar la instalación en servidores web en producción como Apache, incluyendo por ejemplo la instalación en servidores de computación en la nube.

[1] `http://jderobot.org/Walter-tfg`

[2] `https://github.com/RoboticsURJC-students/2015-TFG-Walter-Cuenca`

Bibliografía

[1] Edgar Barrero. Desarrollo de una aplicación web para sistema domótico. Trabajo Fin de Grado, Grado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales y Multimedia, Universidad Rey Juan Carlos, 2013-2014.

[2] Mediawiki Edgar Barrero (Surveillance 5.1) http://jderobot.org/Aerobeat-colab

[3] Aitor Martínez. Drone con WebRTC. Trabajo Fin de Grado, Grado en Grado en Ingeniera Telemática, Universidad Rey Juan Carlos, 2015-2016.

[4] MediaWiki Aitor Martínez (JdeRobotWebClients) wikihttp://jderobot.org/Aitormf-tfg

[5] Iván Rodríguez-Bobada Martín. Tecnologías web en plataforma robotica JdeRobot. Grado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales y Multimedia, Universidad Rey Juan Carlos, 2015-2016.

[6] MediaWikiIván Rodríguez-Bobada Martín (DronWebRTC) wikihttp://jderobot.org/Irodmar-tfg

[7] Libreria Socket.IO https://socket.io/

[8] The HTML 5 JavaScript http://html5index.org/index.html

[9] Tutorial Canvas https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/Guide/HTML/Canvas_tutorial

[10] Etiquetas de audio/vídeo HTML5 https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/HTML/Multimedia_and_embedding/Video_and_audio_content

[11] Tutorial API File https://www.html5rocks.com/en/tutorials/file/dndfiles/

[12] Introducción WebSockets http://html5index.org/index.html

[13] Ejemplo WebSockets http://blog.teamtreehouse.com/an-introduction-to-websockets

[14] Tutorial WebRTC https://www.tutorialspoint.com/webrtc/webrtc_tutorial.pdf

[15] Tutorial JavaScript http://www.vc.ehu.es/jiwotvim/ISOFT2009-2010/Teoria/BloqueIV/JavaScript.pdf

[16] Tutorial Jquery http://www.cav.jovenclub.cu/comunidad/datos/descargas/jQuery.pdf

[17] Web oficial Jquery http://contribute.jquery.org/documentation/

[18] Transparencias Bootstrap UCM https://www.fdi.ucm.es/profesor/jpavon/web/26-Bootstrap.pdf

[19] Web oficial Bootstrap http://getbootstrap.com/

[20] Libro NodeJS Introducción a Nodejs a través de Koans ebook

[21] Teoría Base de Datos https://si.ua.es/es/documentos/documentacion/office/access/teoria-de-bases-de-datos.pdf

[22] Teoría WebServices http://usershop.redusers.com/media/blfa_files/lpcu104/capitulogratis.pdf

[23] Teoría tipos de WebServiceshttp://vis.usal.es/rodrigo/documentos/sisdis/teoria/4-serviciosWeb.pdf

[24] Libro Django http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12051/fichero/libros%252Flibro-django.pdf